

Mekaniserad plantering med Eco-Planter i södra Sverige

*Mechanized planting with Eco-Planter
in southern Sweden*

Mattias Sigurdh





Institutionen för skogens produkter och marknader

Mekaniserad plantering med Eco-Planter i södra Sverige

*Mechanized planting with Eco-Planter
in southern Sweden*

Mattias Sigurdh

*Examensarbete 10 poäng, B-nivå i ämnet skogshushållning
Mattias Sigurdh, skogsingenjörsprogrammet 01/04*

*Handledare SLU: Lars Hedman
Handledare Södra Skogsägarna: Stefan Yrjas*

FÖRORD

Denna rapport är skriven som ett 10-poängs examensarbete inom Skogsingenjörsprogrammet tredje och sista år.

Arbetet beskriver huruvida ett mekaniserat planteringssystem, med planteringsaggregatet Eco-Planter, kan vara ett alternativ till de manuella föryngringsmetoder som mestadels används inom södra Sveriges familjeskogsbruk idag.

Uppdragsgivare har varit Södra Skogsägarna genom Urban Olsson och det praktiska arbetet har till största delen genomförts inom Norrköpings skogsbruksområde.

Under arbetets gång har ett stort antal personer varit inblandade på ett eller annat sätt, alla har de ställt upp på ett engagerat och bra sätt för att hjälpa mig i mitt arbete. Ett särskilt tack riktas till Per Lindberg på Valmet och Henrik Von Hofsten på Skogforsk som båda har ställt upp på ett förtjänstfullt sätt.

Jag vill också passa på att tacka all inblandad personal på Holmen Skog i Norrköping då de på ett storartat sätt ställde upp med maskinresurser och övrig hjälp trots att arbetet genomfördes åt ett konkurrerande företag.

Sist, men inte minst, skulle jag vilja jag rikta ett stort tack till mina två handledare, Lars Hedman vid SLU, institutionen för skogens produkter och marknader och Stefan Yrjas på Södra Skogsägarna, för all den hjälp ni gett till en stundom otålig student.

Skinnskatteberg 2004-06-10

Mattias Sigurdh.

Skogsingenjörstudent 2001-2004

ABSTRACT

This report is a thesis work for a B.Sc. in Forestry exam at the School for Forest Engineers, SLU. The work was an assignment from Södra Skogsägarna and the aim of the work was to investigate the economical and biological output after mechanical planting with Eco-Planter compared with traditional manual planting.

Eco-Planter is a tool for mechanized planting, fixed at the end of the boom on a conventional harvester.

The study confirms that manual planting is less expensive under normal conditions. However, the differences between mechanized and manual planting are not that big and with technical development and/or increased labor costs together with an improved work organization the system with Eco-Planter could be competitive.

The biological output, e.g. planting result and survival rate, seems to be quite good. On sites with dense grass cover or on soils with a lot of rocks on the surface mechanical planting tends to be less successful.

SAMMANFATTNING

Det här arbetet undersöker huruvida mekaniserad föryngring med planteringsaggregatet Eco-Planter skulle kunna vara ett tänkbart alternativ till de manuella föryngringsmetoder som dominerar familjeskogsbruket i södra Sverige idag.

Arbetet behandlar en rad frågeställningar vad gäller mekaniserad föryngring varav de viktigaste här sammanfattas i punktform.

Hur förhåller sig föryngringskostnaden för mekaniserad plantering med Eco-Planter jämfört med de manuella alternativ som förekommer inom Södra idag?

Hur skulle ett mekaniserat planteringssystem passa in i Södra Skogsägarnas skogliga verksamhet?

Hur blir resultatet efter mekaniserad plantering med Eco-Planter i södra Sverige?

Inom ramen för detta arbete har två olika studier genomförts för att hjälpa till att svara på ovanstående frågeställningar. En tidstudie av det kranspetsmonterade planteringsaggregatet har genomförts för att visa på konceptets prestation och därmed ekonomi. Utöver detta har en relativt omfattande plantinventering genomförts på såväl nya som äldre hyggen vilka blivit planterade med Eco-Planter. Detta för att undersöka hur planteringsresultatet rent biologiskt ser ut efter mekaniserad plantering.

Undersökningarna visar att mekaniserad föryngring fortfarande får ses som ett inte helt färdigutvecklat projekt inom svenskt skogsbruk. Föryngringskostnaden hamnar inte sällan ca 10 % högre än för den manuella planteringen såsom den utförs idag. Möjligheterna att utnyttja en redan befintlig föryngring är dock stora vid plantering med Eco-Planter. Andelen självföryngrade plantor behöver uppgå till ca 10-15 % utav det totala plantantalet för att kostnaden skall hamna på samma nivåer som för manuell plantering.

Det biologiska resultatet får överlag betraktas som godkänt. Plantinventeringen har dock visat på ett något ojämnt resultat. På grövre jordar såsom sand eller mo utan allt för hög inblandning av ytsten har plantorna överlag klarat sig bra. På fuktigare partier däremot har inte markberedningen varit tillräckligt kraftig och med relativt stor plantavgång som följd.

Slutsatserna man kan dra av de resultat som framkommit i studien är att man måste välja ut objekt med stor omsorg vid mekaniserad föryngring för att uppnå ett ekonomiskt och biologiskt lyckat resultat..

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	1
ABSTRACT	2
SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte	5
2. ECO-PLANTER, KONSTRUKTION OCH FUNKTION	7
2.1 Teknisk beskrivning av Eco-Planter	7
2.2 Planterings utförande	10
2.3 Maskinens arbetsmönster	11
3. MATERIAL OCH METODER	14
3.1 Tidsstudie	14
3.2 Plantinventering	18
4. RESULTAT	21
4.1 Tidsstudie	21
4.2 Plantinventering	22
4.2.1 Tidsstudiehygget	22
4.2.2 Äldre hyggen	23
5. EKONOMISKA ANALYSER	28
5.1 Manuell plantering och dess kostnader	28
5.2 Ekonomisk kalkyl för manuell plantering	30
5.3 Ekonomisk kalkyl för mekaniserad plantering med Eco-Planter	31
5.3.1 Förklaring av kalkylen	32
5.3.2 Föryngringskostnad	32
5.3.3 Beståndsföryngringens inverkan	33
5.3.4 Eco-Planter på olika basmaskiner	35
6. DISKUSSION OCH SLUTSATSER	36
6.1 Prestation	36
6.2 Plantladdning	37
6.3 Planteringsresultat	38
6.4 Objektval	39
6.5 Ekonomi	39
6.6 Organisation	40
6.7 Slutsatser	43
7. KÄLLFÖRTECKNING	46
Bilaga 1. Kostnader vid manuell föryngring	
Bilaga 2. Kostnader för mekaniserad plantering med Eco-Planter	
Bilaga 3. Kalkylprogram för beräkning av kostnaderna vid mekaniserad plantering (CD-R)	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Det dominerande sättet att anlägga ny skog på i svenskt skogsbruk har under lång tid varit de rent manuella metoderna, med hacka, borr, eller planteringsrör. Speciellt kan detta sägas gälla det privata familjeskogsbruket i södra Sverige som inte sett de relativa fördelarna med att försöka mekanisera planteringsarbetet i samma utsträckning som bolagsskogsbruket i norr.

Flera mer eller mindre lyckade försök att mekanisera det svenska planteringsarbetet har gjorts, men hittills har inget system visat sig vara tillräckligt effektivt för att helt och hållet kunna konkurrera ut de manuella metoder som förekommer idag.

Efter det att jättesatsningen ”Silva Nova” gått i graven (Davner 2002) förekommer idag endast två mekaniserade planteringsaggregat på den svenska marknaden. Ett system är Bräcke-Planter som monteras på en grävare och sätter en planta per planteringstillfälle i en uppånedvänd torva. Systemet har låg investeringskostnad och dessvärre också allt för låg produktion för att vara konkurrenskraftigt (Alriksson 2003).

Det andra alternativet är Eco-Planter. Detta är ett kranspetsmonterat planteringsaggregat som i ett enda moment fräser upp två planteringshögar och sedan planterar en planta i varje hög. Aggregatet, som från början endast var tänkt som markberedare, har utvecklats och omkonstruerats flera gånger innan det har blivit vad det är idag. I dagsläget anses detta aggregat vara det enda konkurrenskraftiga alternativet som finns till manuell plantering, (Åhlund 1995, Matsson 1997) och arbetet med att försöka få ut konceptet på marknaden pågår för fullt. Men trots att stora satsningar har gjorts de senaste åren för att försöka öka mekaniseringen vid anläggning av ny skog så är tekniken fortfarande inte allmänt utbredd utan fortfarande i något slags försöksstadium. Detta beror förmodligen på att ingen riktigt vågar satsa på ett helt nytt koncept innan man verkligen vet att det håller måttet.

Bakgrunden till detta arbete är Södra Skogsägarna ambition att försöka öka graden av mekaniserad planteringen i medlemmarnas skogsbruk, och på det viset hålla nere de ständigt ökande kostnaderna för manuella arbetsinsatser i skogsbruket. Man har också känt ett visst tryck på sig att hjälpa till att driva utvecklingen av mekaniserade återväxsystem framåt då man faktiskt är en av de största och viktigaste aktörerna inom svenskt skogsbruk.

1.2 Syfte

Det huvudsakliga syftet med detta examensarbete är att visa Eco-Planters ekonomiska förutsättningar jämfört med manuell plantering, och då i största möjliga utsträckning ta hänsyn till de speciella förutsättningar som råder i södra Sverige, med små avverkningstrakter och en kraftig hyggesvegetation. Faktorer som med stor sannolikhet har en avgörande betydelse då man ska sätta en prislapp på det färdiga jobbet.

Arbetet ska också visa på Eco-Planters totalekonomi beroende av vilken basmaskin aggregatet är placerat på, och dessutom försöka redovisa en tänkbar organisation för det skogsbruksområden som förfogar över en Eco-Planter.

En undersökning har utförts beträffande planteringsresultatet. Blir planteringsresultatet med Eco-Planter tillfredställande, och vad beror det på om så inte är fallet?

De siffror och kostnadsuppgifter som förekommer i arbetet är direkt hämtade från Norrköpings SBO.



Figur 1.1. Planteringsaggregatet Eco-Planter och basmaskinen Valmet 801 Combi.

2 ECO-PLANTER, KONSTRUKTION OCH FUNKTION

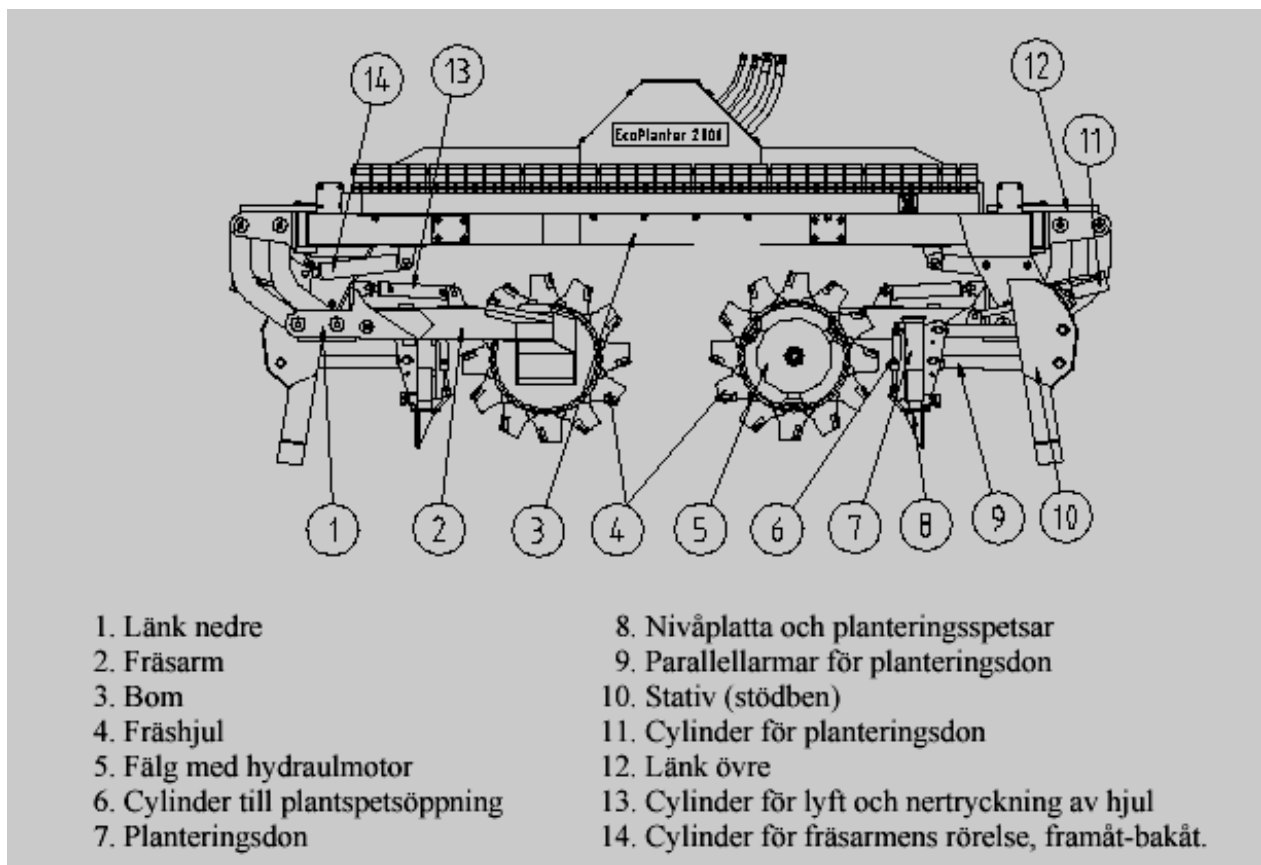
2.1 Teknisk beskrivning av ECO-Planter

Eco-Planter är ett kranspetsmonterat planteringsaggregat som kan monteras på alla kranförsedda arbetsmaskiner med tillräckligt stor pumpkapacitet. Speciellt lämplig basmaskin för Eco-Planter är en engreppsskördare med svängbar hytt vilket ger en mycket god sikt över planteringsarbetet. De senaste åren har skördare med extremt långa kranar blivit populära och dessa maskiner får teoretiskt sett anses som mycket lämpliga då flera planteringspunkter kan nås från en och samma uppställningsplats. Det skall dock sägas att få maskiner klarar av att arbeta med kranens hela längd eftersom Eco-Planter är ca 500 kg tyngre än ett ordinärt skördaraggregat. Ur praktisk synvinkel kan drivaren anses vara den optimala maskinen för arbete med Eco-Planter då den kan bära med sig ett stort antal plantor på lastbäraren och genom detta höja konceptets effektivitet.

Eco-Planter är relativt enkelt uppbyggd med två fräshjul, två av tryckluft styrda planteringsdon och ett plantbord som automatiskt matar plantor till planteringsdonen. Plantbordet är utrustat med två stycken revolvermagasin som i dagsläget kan laddas med 120 plantor vardera. Detta ger totalt 240 plantor vid fulladdat magasin. Konstruktionen med två separata magasin gör det enkelt att skapa en blandskog genom att helt enkelt ladda magasinerna med olika trädslag.



Figur 2.1. Planteringsaggregatet Eco-Planter.



Figur 2.2. Eco-Planter sedd från sidan (Eco-Fräsen AB 2003.)

På skördare som är försedda med stubbehandlingsutrustning kan denna användas för att bespruta plantan med snytbaggesskydd vid planteringsstillfället. Detta gör att man slipper den manuella hanteringen av de mindre hälsosamma ämnen som används idag. Systemet används också till att duscha plantrören med vatten med jämna mellanrum för att på så vis förhindra att jord och smuts fastnar och leder till driftsstörningar.

Tryckluft används för att trycka plantan ur planteringsdonet ner i planteringshålet, vilket medför att basmaskinen måste vara utrustad med kompressor. När planteringsdonen lyfts upp efter håltagningen kommer en tryckstöt på 0,4 MPa som förflyttar plantan till planteringshålets botten. Tryckluften blåser även humus och mineraljord ner i hålet och täcker på det viset plantans rotklump. Vanligtvis trycks inte plantan till efter plantering utan den sitter relativt löst i det substrat som har blåsts ner i planteringshålet. Vid plantering på styva jordar kan dock mekanisk tilltryckning tillämpas genom att föraren drar tillbaka fräshjulen en bit mot planteringshögen och trycker till innan han lyfter upp aggregatet (Åhlund 1995).

Eco-Planter kan användas i kombination med de flesta på marknaden förekommande styrsystem vilket gör att aggregatet är väldigt lätt att montera på olika skördare. I stort sett är det endast slangarna som måste kopplas om och man kör sedan aggregatet med skördarens ordinarie kranfunktioner. Montering av aggregatet tar enligt tillverkaren ca 1 timme. Eco-planter kan även monteras på maskiner som saknar datorstött styrsystem. (Eco-Fräsen AB 2003).

Krav på basmaskinens tekniska utrustning

Hydraulik

Flöde: Minst 190 l/min vid ordinarie arbetsvarv.
Konstanttryck: 21-23 MPa för drift av fräshjul.

El

Spänning: 24 volt

Tryckluft

Tryckluft skall vara framdragen till kranspetsen (0,6-0,7 MPa)

Vikt

Basmaskinens vikt bör vara minst 13 000 kg.
Eco-planterers vikt exkl plantor är 1350 kg.

Kran

Kranen bör ha en lyftkraft på minst 1300 kg på 7 meters längd

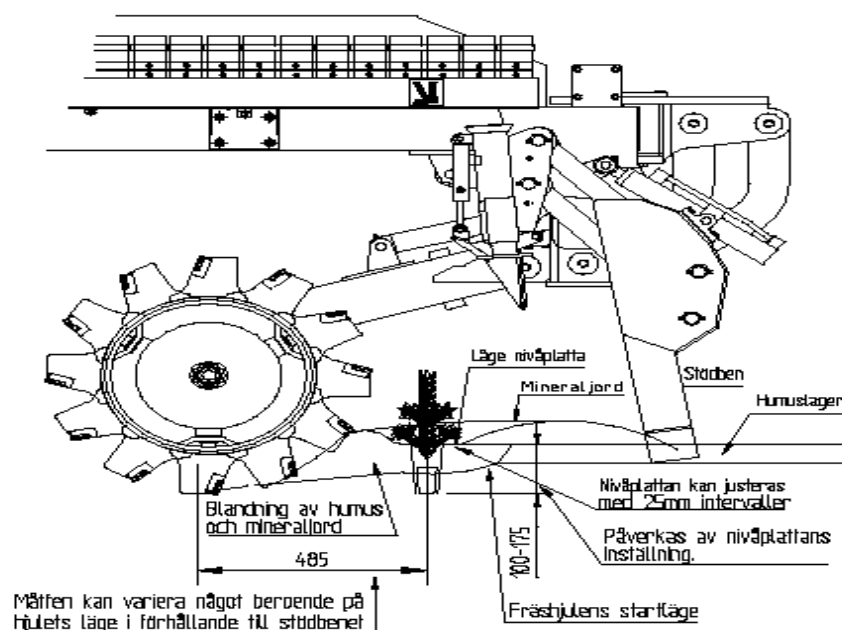
2.2 Planterings utförande

Eco-Planter markbereder med hjälp av två individuellt arbetande fräsar som drivs med hjälp av hydraulmotorer. Eftersom aggregatet är styrt och ledat via maskinens ordinarie rotator har föraren god möjlighet att välja lämpliga planteringspunkter även när marken lutar och har en besvärlig struktur (Eco-Fräsen AB 2003). Föraren av maskinen skall aktivt påverka planteringsresultatet genom att välja lämpliga planteringspunkter för varje planta. Varje fräshjul kan köras samtidigt eller var för sig vilket gör att plantering kan ske med endast en planta i taget vid exempelvis stenpåkänning eller andra hindrande faktorer.

En planteringssekvens inleds med att aggregatet positioneras mot marken på lämpligt ställe. Föraren trycker sedan på knappen för "fräsning" varvid de två fräshjulen börjar rotera samtidigt som de jobbar sig från aggregatets ytterkanter in mot mitten. Fräshjulets tryck mot marken kan enkelt varieras beroende på markens bearbetningsmotstånd. Vid normal skogsmark trycks fräshjulen nedåt med en kraft av ca 1,50 kN i sitt yttersta läge och skapar då en optimal etableringspunkt för plantan (Åhlund 1995).

Den arm som fräshjulen är monterade på har möjlighet att röra sig i sidled vilket gör att den kan glida av eventuella markhinder innan markberedningssekvensen startar. Genom att varje fräs har ett teleskopiskt arbetsmönster kan markberedningen varieras och anpassas till den aktuella ståndorten.

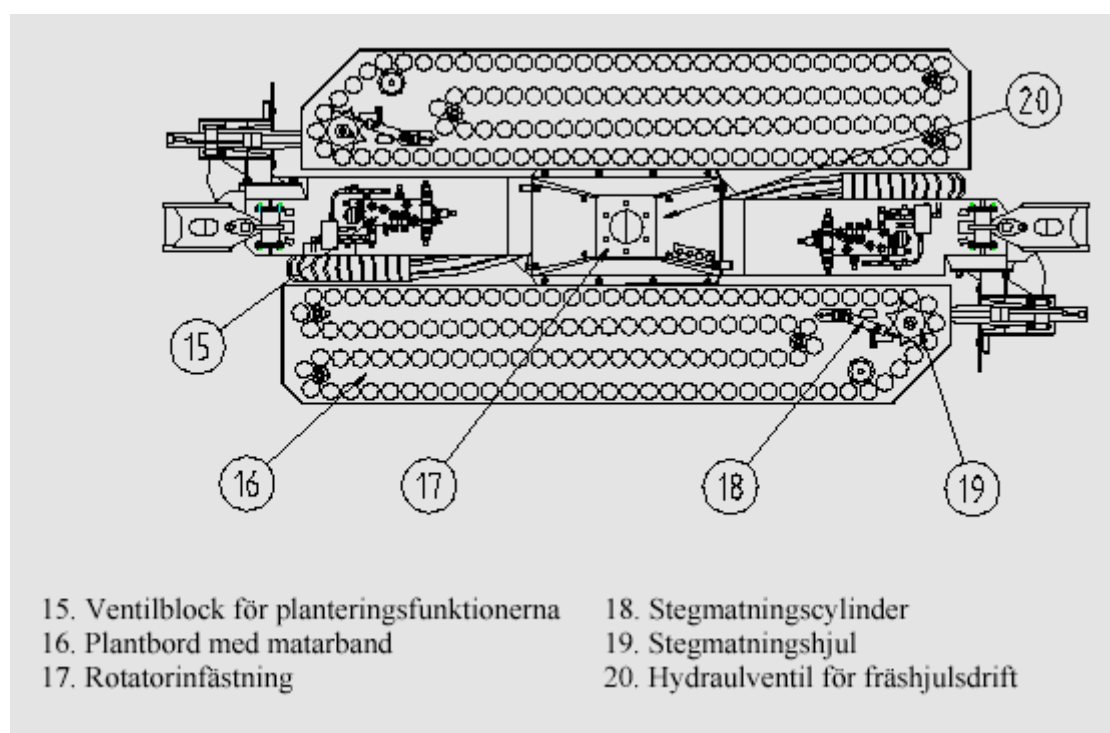
Planteringspunktens läge och utseende när fräshjulen gått ner i mineraljorden



Figur 2.3. Planteringspunktens läge i förhållande till fräshjulen (Eco-Fräsen AB 2003).

Medan fräsning utförs positioneras plantor i planteringsrörens mekaniska vänteläge och plantering av två plantor kan ske direkt efter avslutad markberedning. Då markberedningsmomentet är avslutat inleds planteringsfasen med att planteringsdonen går ner i de uppfrästa högarna. Planteringsdjupet kan enkelt justeras med hjälp av de nivåplattor som är monterade på sidan av planteringsdonen. Med hjälp av tryckluft trycks sedan plantorna ur planteringsdonen och ner i planteringshålen tillsammans med humusblandad jord. När planteringen är avslutad och plantdonen lyfts upp placeras nya plantor automatiskt i vänteläget och aggregatet kan positioneras för nästa planteringssekvens. Plantering sker normalt sätt i båda högarna samtidigt men kan som tidigare nämnts utföras med ett planteringsdon åt gången där så behövs.

Plantor matas vartefter plantering sker automatiskt fram ur plantmagasinet som är placerat på aggregatets ovansida. Ett fulladdat plantmagasin räcker i ungefär 20-30 minuter och måste sedan laddas manuellt av maskinföraren.



Figur 2.4. Eco-Planter med plantmagasin sett uppifrån. (Eco-Fräsen AB 2003)

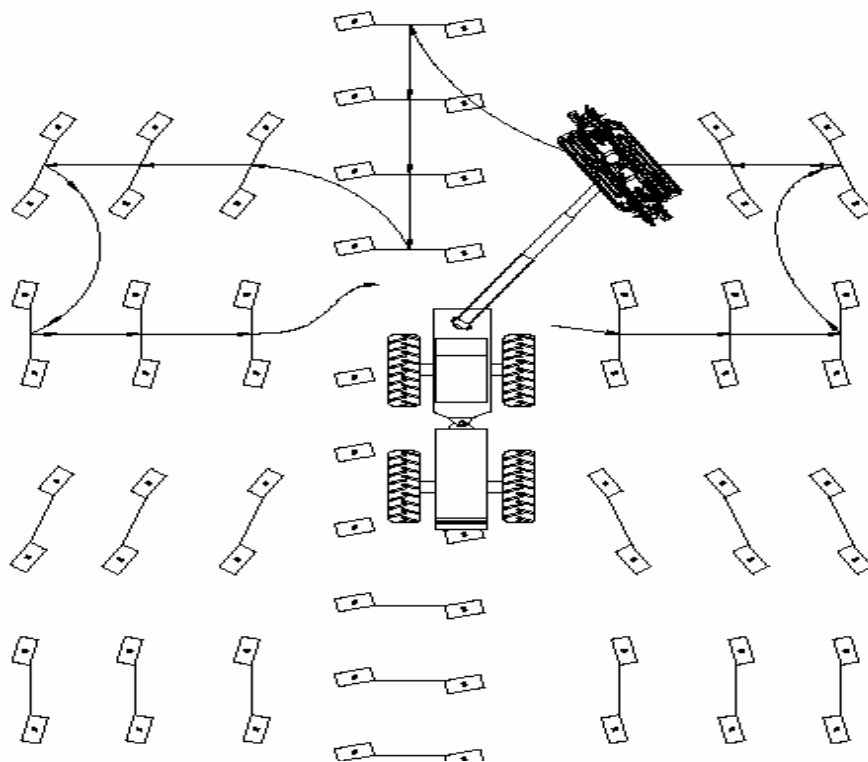
2.3 Maskinens arbetsmönster

Plantering med Eco-Planter sker i en halvcirkelformad sektor framför och vid sidan om maskinen och maskinen står stilla till hela planteringssekvensen är avslutad.

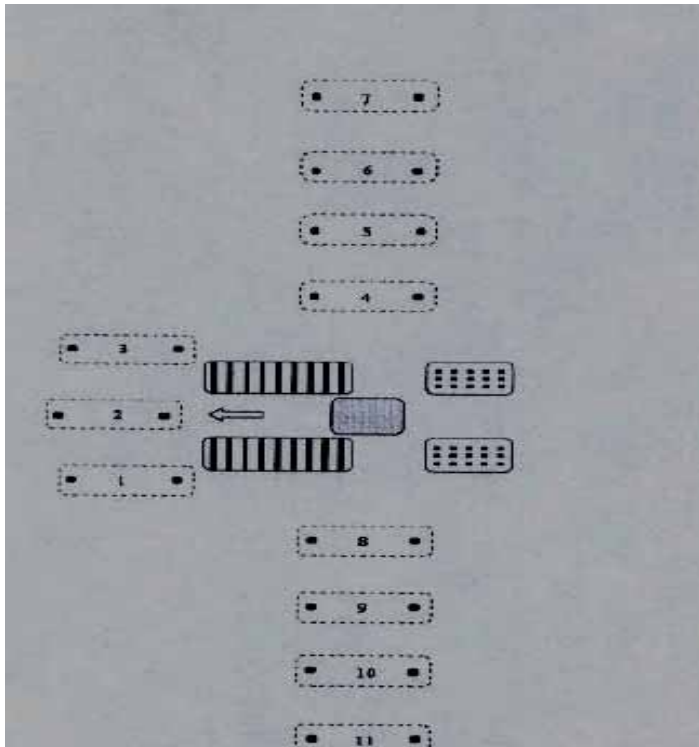
Flera typer av arbetsmönster förekommer vid plantering med Eco-Planter. Vilken typ av planteringsmönster som användas beror på en hel rad faktorer, exempelvis terräng, önskat plantantal, typ av basmaskin, kranlängd m.m. Ju längre kranräckvidd basmaskinen har desto fler planteringspunkter kan nås från samma uppställningsplats vilket i sin tur påverkar prestationen och därmed den totala förnygringskostnaden i positiv riktning. Det skall dock sägas att bara för att basmaskinen är utrustad med lång kran så är det inte säkert att föraren kan

utnyttja hela kranens räckvidd p g a olika hindrande faktorer som exempelvis dålig bärighet, lutning, eller kvarställda fröträd.

Vid förflyttning mellan uppställningsplatserna bör aggregatet vara nära maskinen. Därmed undviks onödiga kast med aggregatet och positionering av aggregatet kan ske snabbt och exakt vilket ökar effektiviteten. Planteringsresultat och prestation är starkt beroende av förarens sätt att lägga upp arbetet och på ett effektivt sätt kunna förutse nästa moment i planteringsarbetet så att arbetet flyter snabbt och utan avbrott. Samtidigt som man markbereder och planterar en punkt så bör man syna ut hur man bäst placerar aggregatet inför nästa uppställningsplats, detta kan jämföras med gallringsförarens sätt att välja ut nästa träd under tiden som upparbetning av föregående sker. Ett viktigt moment i planteringsarbetet är förarens sätt att vända maskinen vid planteringsradens slut, en duktig förare som väl planerar sitt arbete positionerar i god tid maskinen så att han kan plantera hela vägen runt svängen och slipper därmed den extra tid det tar att backa och trixa när han plötsligt upptäcker att det är dags att vända.



Figur 2.5. Det av tillverkaren rekommenderade arbetsmönstret vid "normal" terräng. (Eco-Fräsen AB 2003)



Figur 2.6. Exempel på alternativt arbetsmönster med färre planteringspunkter per uppställningsplats. Mönstret kan exempelvis användas vid plantering under fröträdsställningar. Numren visar i vilken ordning aggregatet flyttas (Normark & Öberg 2003).

3 MATERIAL OCH METODER

3.1 Tidsstudie

En tidsstudie genomfördes i mitten av maj månad år 2004 i trakterna kring Igelfors i norra Östergötland. Markvärd var Holmen Skog och det var också en av deras upphandlade entreprenörer som genomförde planteringsarbetet. Trakten där planteringen utfördes var en ca 30 hektar stor fröträdställning uppe på en sandås. En sådan trakt får anses som mycket stor för att ligga i södra Sverige och det är också därför som tidsstudien i detta examensarbete enbart har ägt rum på ett ställe. Hela trakten blev avverkad i mars månad år 2003 vilket betyder att ingen hindrande vegetation i form av gräs har hunnit etablera sig på hygget. Traktens förutsättningar är dock sådana att man inte kan förvänta sig någon hög andel hyggesvegetation.

Syftet med tidsstudien var att få fram ett prestationsunderlag som senare skulle användas i den kalkyl som skall visa på Eco-Planters kostnadsnivå jämfört med manuella planteringsmetoder. Studien skulle också ge tillfälle att kontrollera det rent biologiska planteringsresultatet efter Eco-Planter.

Studien initierades redan i oktober månad året före tidsstudiens genomförande. Då sågs ett antal ytor ut som noggrant terrängbeskrevs enligt Skogforsk (Skogforsk 1991). Ytorna dokumenterades också vad gäller jordmån, vegetationstyp, kvarstående skog, ståndortsindex, besvärande växtlighet m.m. Ytornas storlek varierade något men alla tre ytorna var så pass stora att maskinen med lätthet kunde plantera i 1-2 timmar inom dem.

Terrängförhållandena inom trakten får anses som mycket homogena. Variation mellan provytorna eftersträvades dock i största möjliga utsträckning. De förhållanden som rådde på respektive provyta redovisas utförligare här nedan.

Yta 1.

Ytan representerar en ”Normalt kuperad skogsmark med en relativt hög andel hinder i form av ytsten” och större stenar i storlekarna 20-80 cm. Markvegetationen består främst av olika sorters ris, framförallt blåbär. Jordarten är sandig morän, ingen hindrande underväxt i form utav gräs eller mindre träd förekommer. Ett mindre antal träd finns på ytan, dessa bedöms dock inte påverka prestationen då de endast är 20-25 st/ha. Boniteten bedöms till T26 och ytans GYL till 1 3

Yta 2

Ytan representerar ”Lätt skogsterräng med ett relativt högt antal fröträd, 70-80 stammar/ha”. Jordarten är sandig morän med ett relativt högt bearbetningsmotstånd på grund av stor andel ytsten i storlekarna 5-20 cm i diameter. Markvegetationen består främst av ris, framförallt blåbär. Humuslagret får betraktas som tämligen tunt. Ingen hindrande underväxt i form av gräs eller småträd förekommer. Ytan är i övrigt helt plan och fri ifrån hinder. Boniteten bedöms till T24 och ytans GYL till 1 2 1

Yta 3.

Ytan liknar till stora delar yta 2 men med ett ”*Lägre antal fröträd*”. Antalet fröträd bedöms här till ca 40-50 st/ha, detta beror främst på omfattande vindfällningar. Ytans lutning är också något kraftigare än de andra ytornas. Jordarten är även här en sandig morän med ett relativt högt bearbetningsmotstånd och markvegetationen består främst av ris. Boniteten bedöms till T24 och ytans **GYL** till **1 2 2**.



Figur 3.1. Bilden visar hur huvuddelen av tidsstudietrakten såg ut.

Tidsstudien genomfördes med hjälp av en tidsstudiedator vid namn Husky Hunter och ett tidsstudieprogram som hette Siwork3. Själva studien gick till på det viset att studiemannen inom varje yta följde maskinen och noterade de olika momenttiderna i datorn under den tid det tog att sätta tre stycken fulla plantmagasin, dvs 720 plantor inom varje yta. Den totala prestationen och tidsåtgången för varje enskilt moment kan sedan beräknas för varje enskild planta.

I en studie som denna, där syftet är att få reda på vilken ungefärlig prestation som Eco-Planter kan tänkas ha vid olika förutsättningar finns ingen större anledning att ta med ett alltför stort antal delmoment som ändå inte har något större värde i slutändan. Med utgång från detta utsågs följande moment att ingå i studien.

Kranarbete

Innefattar positionering och ompositionering av kranen mellan planteringstillfällena, dvs. den tid då kranen rör sig under planteringsarbetet.

Ompositionering av aggregatet

Innefattar ompositionering av aggregatet till rätt läge innan markberedning och plantering kan starta, dvs. den tid det tar från att kranen slutat röra sig tills att markberedningen startar.

Markberedning och plantering

Innefattar tiden från det att markberedningen har börjat tills att planteringssekvensen är avslutad och kranen börjar röra sig igen.

Förflyttning

Tiden då maskinen är i rörelse. Momentet innefattar även den tid det tar för maskinen att vända vid plantradens slut.

Plantpåfyllning

Tiden från det att kranen slutat röra sig efter sista plantan i ett magasin tills att den börjar röra sig för positionering utav nästa magasinets första planta. Momentet innefattar manuell påfyllning utav plantor från maskinens lastbärare till Eco-Planterns planttuber samt ev rensning av skräp, sten etc från plantbordet. I momentet ingår också återställande av tomma plantkartonger på maskinens lastbärare.

Övrig tid

Innefattar oförutsägbara moment/hinder som ingår i arbetsutförandet, ex. manuell rensning av igensatta planteringsdon, fastkörning, reparation m.m.

Efter avslutad tidsstudie så levererar Husky Hunter resultaten utav studien som en textfil som sedan enkelt överförs till en Pc. Denna fil lyftes sedan in i dataprogrammet Excel för statistisk bearbetning



Figur 3.2. Tidsstudiedatorn Husky Hunter.

Resultatet i form av momenttider och prestation vid den genomförda tidsstudien redovisas under kapitlet "Resultat".

Den basmaskin som användes under studien får anses som okonventionell i liknande sammanhang och konceptet får betraktas som helt oprövat. Basmaskinen bestod av en drivare med modellbeteckning *Valmet 801 combi*, maskinen var vid studietillfället endast 6 månader gammal och hade totalt 1600 utnyttjandetimmar bakom sig. Maskinen hade fram till planteringssäsongens början mestadels varit sysselsatt med fröträdshuggningar och liknande uppgifter på Norrköpings distrikt.

Planteringsaggregatet var en Eco-Planter av 2002 årsmodell med ca 500 utnyttjandetimmar under föregående säsong. Maskinen var utrustad med två stycken plantskåp som tillsammans innehöll ca 8000-9000 plantor, det skulle dock gå att få med sig dubbelt så mycket om hela lastutrymmet utnyttjades till fullo.

De förare som körde maskinen under studien var vana maskinförare men hade aldrig tidigare planterat med planteringsaggregatet Eco-Planter. På grund av ett allt för pressat tidschema i samband med denna studie så fick maskinförarna en mycket kort tid på sig att lära känna den nya maskinen och komma in i planteringsrutinerna innan tidstudien genomfördes. Detta faktum får anses påverka resultatet i viss utsträckning och de prestationer som redovisas i detta arbete får inte ses som helt rättvisa. I de kalkyler som visar kostnaden för plantering med Eco-Planter och som redovisas längre fram i kompendiet så används därför även prestationer från en liknande tidsstudie som genomfördes av konsultföretaget NordFor under sommaren 2003 (Normark & Öberg 2003).



Figur 3.3. Drivaren Valmet 801 Combi vilken användes som basmaskin under studien.

3.2 Plantinventering

Huvudsyftet med detta examensarbete är, som tidigare sagts, att belysa ekonomin runt Eco-Planter konceptet, ekonomin är dock ganska så ointressant om inte planteringsresultatet blir bra. Det här arbetet gör inga större vetenskapliga analyser runt plantans etableringsmiljö eller planttillväxt utan den plantinventering som har genomförts bedömer rent okulärt och med skogsmannamässigt omdöme om plantan är godkänd planterad eller ej, och hur överlevnaden ser ut efter en viss tid. För mer djupgående studier kring planteringsresultaten med Eco-Planter hänvisas till den studie som har gjorts mellan 1995-1999 utav konsultföretaget ForeCare AB (Normark & Öberg 2003).

Plantinventeringen genomfördes dels på de hyggen som ingick i tidstudien, och dels på närliggande äldre hyggen som har planterats med Eco-Planter under tidigare år.

Plantinventeringen på tidsstudiehyggena skulle svara på hur stor andel av de planterade plantorna som var godkänd satta utifrån följande kriterier.

- *Lutande planta:* Plantan tillåts att luta max 45 grader för att bedömas som godkänd.
- *Plantan sitter för grunt:* Plantan sitter så att någon del av torvklumpen är i kontakt med luften.
- *Plantan sitter för djupt:* Plantan sitter så djupt att mer än 2/3 av plantans gröndelen är under jord.
- *Plantan är endast planterad i ris eller humus utan inblandning av mineraljord.*

För att plantan skall anses som godkänd planterad skall alla dessa kriterier vara bedömda som godkända.

Inventeringen på tidsstudiehyggena skulle också ge svar på hur stor andel av den totala förnygringen efter plantering som utgörs av en redan befintlig beståndsförnygring.

Den plantinventering som gjordes på äldre hyggen som planterats med Eco-Planter skulle ge svar på följande frågeställningar:

- Hur väl klarar Eco-Planter och dess förare att plantera till ett önskat plantantal på de olika ståndorterna som plantinventeringen genomfördes på?
- Hur ser överlevnaden ut på de olika ståndorterna och vad kan förklara en eventuell plantavgång?

Arbetsgång

Inventeringsarbetet började med att utarbeta 2 typer av planteringsprotokoll, ett för tidsstudiehyggena, och ett för de äldre hyggena. I protokollet för de äldre hyggena noterades antalet överlevande plantor, antalet utgångna plantor, antal ej fyllda planteringshål samt

graden av självföryngring. I protokollet för de tidsstuderade hyggena noterades antalet planterade plantor, antalet godkänt planterade plantor, samt graden av självföryngring.

Det praktiska arbetet på de *yngre hyggena* gick till så att jag slumpvis valde ut provytor inom tidsstudieytorna genom att kasta en pinne. Där pinnen landade lades en cirkelyta ut med radien 5,64 meter (100 m^2). Inom ytan bedömdes alla plantor enligt ovanstående kriterier och fylldes i protokollet. Antalet provytor uppgick totalt till 10 stycken inom varje tidsstudieyta vilket ansågs vara tillräckligt för att ge ett tillfredsställande resultat.

Äldre hyggen

De äldre hyggena som inventerades besöktes i mitten av april månad år 2004. Hyggena, som alla ligger på Holmens marker i norra Östergötland, blev slumpvis utvalda ur deras skogsvårdskatalog. Totalt har 18 stycken hyggen med varierande storlek slumpats ut för att ingå i inventeringsarbetet. Av dessa 18 är 6 stycken planterade år 2001, 6 stycken år 2002 och 6 stycken år 2003, dvs. under tre olika växtsäsonger.

De äldre hyggena som inventerades bedömdes på ungefär samma sätt som tidsstudietrakterna. Skillnaden var att jag på de äldre hyggena valt att redovisa "antalet överlevande plantor" istället för "antalet godkänt satta plantor". Detta gjordes eftersom det kan vara svårt att se hur plantan planterades efter ett par växtsäsonger i fält. En viktig parameter som kontrollerades på de äldre hyggena var hur tillrinningen med jord runt plantan fungerat. Vid plantering med Eco-Planter sker ju ingen tilltryckning av plantan då jord förväntas rinna ner i planteringshålet med hjälp utav regnvatten m.m. På styva jordar såsom mjäla och lera kan detta förväntas fungera dåligt varför detta kontrollerades extra noga.

Arbetsgången vid inventeringen av de äldre hyggena skilde sig inte nämnvärt från tidsstudietrakten. Även här blev ytorna slumpvis utvalda genom att kasta en pinne, där pinne landade fästes sedan ett 5,64 meter långt snöre. Inom ytan räknades sedan alla överlevande, utgångna, och självföryngrade plantor som sedan noterades i protokollet. En notering gjordes om det var något speciellt som kännetecknade den aktuella trakten eller dess föryngringsresultat. Beroende på hyggenas storlek så inventerades 7-10 ytor per trakt, totalt ger detta ca 150 stycken inventerade provytor vilket bör vara tillräckligt för att få ett någotsånär rättvisande resultat.

På alla hyggen som har inventerats har målet vid planteringsarbetet varit att lämna efter sig 2400-2600 plantor/ha, inklusive en eventuell beståndsföryngring. Utifrån denna siffra kan man sedan bedöma hur Eco-Plantern har klarat att föryngra ytan till ett i förväg fastställt plantantal.

Det här sättet att bedöma föryngringarnas resultat på är som tidigare sagts inte på något sätt vetenskapligt. Det finns dock ingen utarbetad instruktion för hur man skall kvalitetsbedöma föryngringar som är satta med Eco-Planter eller andra maskinella planteringsalternativ. Man får därför omarbeta de instruktioner som finns för manuell plantering vilket också är vad som skett i det aktuella fallet.

Resultaten ifrån inventeringsprotokollen bearbetades sedan i Excel för att få fram uppgifter såsom antal planterade plantor, antal överlevande plantor, överlevnadsprocent m.m. Dessa uppgifter sammanställdes sedan i tabell och diagramform vilka redovisas och kommenteras i resultatdelen längre bak i kompendiet.



Figur 3.4. Planta och planteringshög efter plantering med Eco-Planter.

4 RESULTAT

4.1 Tidsstudien

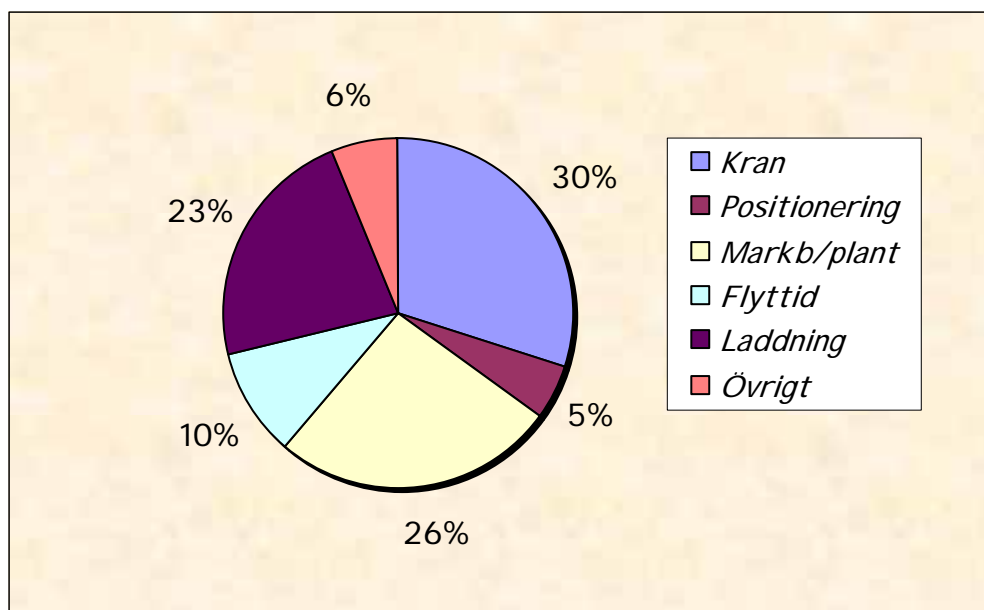
I följande avsnitt redovisas Eco-Planters prestation som ett resultat av den genomförda tidsstudien. Resultaten, i form av tider per planterad planta, redovisas här för varje tidsstudieyta såväl som för trakten i stort. Som nämnts tidigare i detta arbete så hade maskinföraren som medverkade i studien ingen tidigare erfarenhet av plantering med Eco-Planter, resultaten bör därför tolkas därefter. I slutet av avsnittet kommer även resultaten från en tidigare studie att presenteras för att få en justerad prestation vid senare beräkning av Eco-Planters totalekonomi.

I de tabeller som följer redovisas de genomsnittliga tiderna per planterad planta för var och ett av de arbetsmoment som ingick i tidsstudien. Tiderna redovisas i enheten sekunder/planta. En redovisning av arbetsmomentets procentuella andel av den totala verktiden sker också vilket ger en lättöverskådlig bild utav planteringsarbetet. Längst ut till höger i varje ruta redovisas den prestation som presterades under tidsstudien.

Tabell 4.1. Tidsåtgång och prestation vid plantering med Eco-Planter.

Arbetsmoment	Tidsåtgång per planta, sekunder			
	Yta 1	Yta 2	Yta 3	Totalt, medel
<i>Kran</i>	4,30	4,21	4,15	4,22
<i>Positionering</i>	0,82	0,46	0,69	0,65
<i>Markbeh och plantering</i>	3,55	3,72	3,77	3,68
<i>Flyttid</i>	1,25	1,25	1,62	1,37
<i>Plantladdning</i>	2,52	3,28	3,75	3,20
<i>Övrig verktid</i>	0,61	0,78	1,02	0,80
<i>Totalt</i>	13,05	13,70	15,00	13,92
Beräknad totalprestation				
Plantor per G ₀ -timme	325	309	283	305
Plantor per G ₁₅ -timme	276	263	240	260

I figur 4.1. visas arbetstidens procentuella fördelning av totala arbetstiden.



Figur 4.1. Arbetsmomentens procentuella andel av totaltiden.

Under sommaren 2003 genomförde konsultföretaget NordFor en liknande studie av planteringsaggregatet Eco-Planter med syfte att få fram prestationer vid olika förutsättningar. I denna studie har körning genomförts vid både bra och mindre bra terrängförhållanden med en van förare bakom spakarna. Resultaten av denna studie pekar på en prestation som ligger runt 600 plantor/G₀-timme vid goda terrängförhållanden och bra mark. Vid svårare terrängförhållande med hindrande fröträd och med en ganska stenbunden moränmark hamnar prestationen runt 435 plantor/G₀-timme (Normark & Öberg 2003).

4.2 Plantinventering

4.2.1 Tidstudiehygget

På tidsstudiehygget inventerades de tre tidsstudieytorna såsom beskrevs i "Material och Metoder". Inventeringen skulle ge svar på följande frågor:

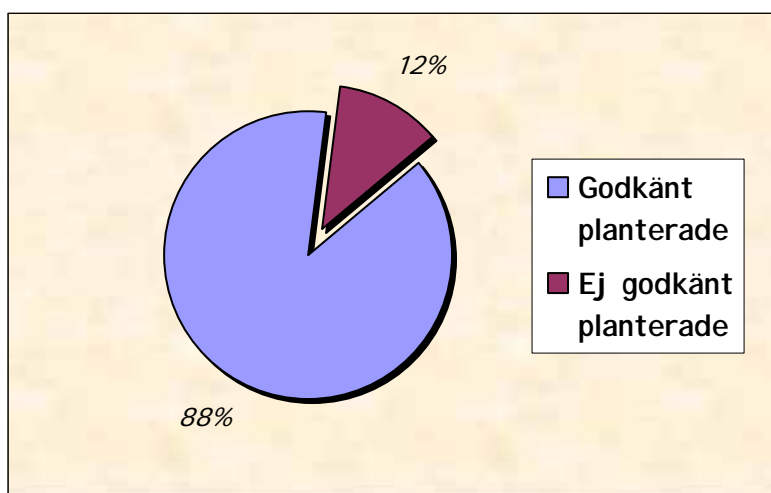
- Antal satta plantor/ha
- Antal godkänt satta plantor/ha
- Andel självföryngring

Resultatet av inventeringen redovisas i tabell 4.2. för den enskilda ytan samt för tidsstudietrakten i sin helhet.

Tabell 4.2. Resultatet av inventeringen på det tidsstuderade hygget.

	Yta 1	Yta 2	Yta 3	Totalt, medel
Antal planterade plantor per ha	2000	2133	2263	2132
Antal godkända planterade plantor per ha	1656	1978	1988	1874
Antal självföryngrade plantor per ha	156	178	138	157
Summa godkända huvudplantor per ha	1812	2156	2126	2031
Andel godkänt planterade plantor, %	83	93	88	88
Andel godkänd självföryngring, %	8	8	6	7

Sammantaget för hela tidsstudietrakten så är 88 % av det totala antalet planterade plantor godkända utifrån de kriterier som redovisas i "Material och Metoder". Vad gäller andelen användbar självföryngring på tidsstudietrakten så uppgår den endast till 7 % av det totala antalet plantor.



Figur 4.2. Andelen godkänt planterade plantor inom tidsstudieytorna.

4.2.2 Äldre hyggen

Resultaten ifrån inventeringen av de äldre hyggena redovisas här säsongsvis med hjälp av olika diagram och tabeller vilka på ett lättöverskådligt sätt redovisar de uppmätta resultaten.

Plantantal

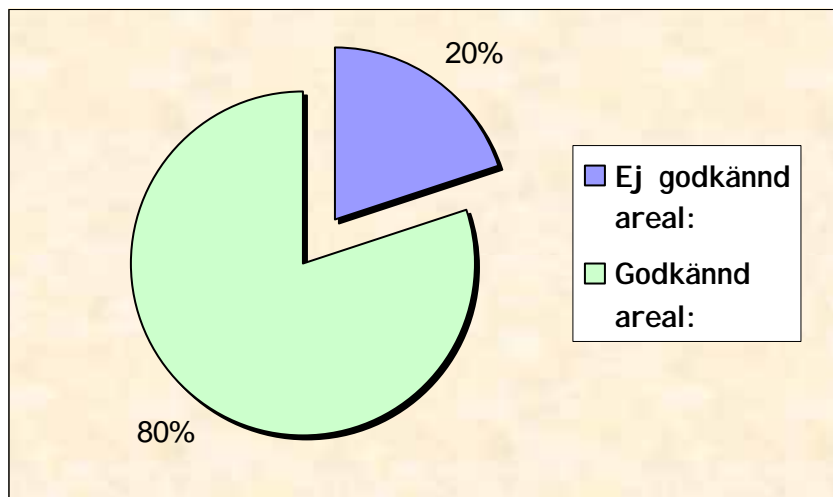
När det gäller frågeställningen huruvida Eco-Planter klarade att plantera till ett i förväg önskat plantantal har författaren inte haft tillgång till de specifika planteringsinstruktionerna för varje trakt. Praxis i området är dock att man planterar minst 2500 plantor/hektar på de allra flesta boniteter.

I den undersökning som har gjorts har därför 2500 plantor/ha ansetts som det plantantal vilket Eco-Planter minst måste prestera för att resultatet ska anses vara godkänt. I tabell 4.3. presenteras det totala antalet plantor, inklusive numera utgångna plantor, som Eco-Plantern har planterat på de äldre hyggena som ingick i studien.

Tabell 4.3. Antalet planterade plantor per hektar på samtliga äldre hyggen som ingick i studien.

Objektsnamn	Antal plantor/ha
Papptorp 9737	2357
Papptorp 9394	2900
Papptorp 9489	2630
Örstorp 2059	2550
Örstorp 2259	2775
Örstorp 2578	2760
Göranstorp 0578	2388
Göranstorp 0376	2733
Göranstorp 0270	2563
Göranstorp 0171	3050
Pumpen 9672	2875
Pumpen 9573	2600
Målamossen 5536	2100
Målamossen 5641	2629
Målamossen 5437	2633
Målamossen 5948	2640
Målamossen 5848	2480
Medelvärde, plantor/ha	2627

Som ovanstående tabell visar så klarar Eco-Planter att i de allra flesta fall att plantera hyggerna till ett godkänt plantantal. Beakta att tabellen inte säger något om planteringsresultatet eller plantöverlevnad utan bara hur många plantor/hektar som har planterats vid planterings-tillfället. Andelen ”godkända” hyggen blir också lättöverskådligt i nedanstående diagram.

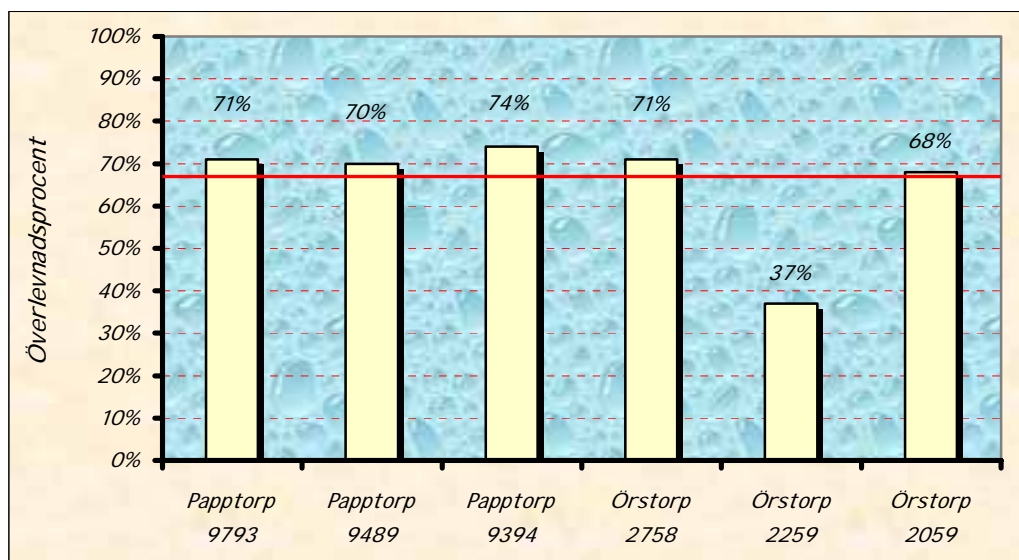


Figur 4.3 Figuren visar andelen hyggen där Eco-Planter har klarat att föryngra till ett önskat antal plantor.

Överlevnad

Huvudsyftet med plantinventeringen som utfördes 2004 var som tidigare nämnts att ta reda på plantornas överlevnad 1-3 år efter planteringen.

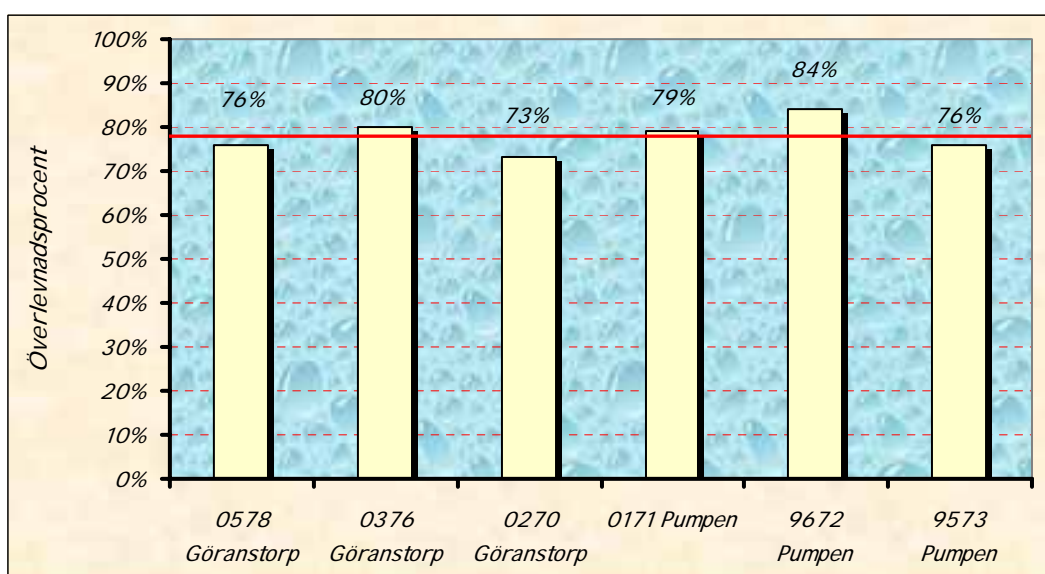
2001



Figur 4.4. Figuren visar överlevnadsprocenten för de inventerade hyggena som planterades år 2001.

Diagrammet ovan visar överlevnaden på de hyggen som planterades under säsongen 2001. Det röda streck som är markerat i diagrammet visar medelvärdet för överlevnadsprocenten för det aktuella året. Medelvärdet är vägt efter hyggenas areal vilket betyder att ett stort hygge har fått en större vikt än ett litet hygge då medelvärdet beräknats. För året 2001, dvs. tre växtsäsonger efter plantering är överlevnadsprocenten i genomsnitt **67%**.

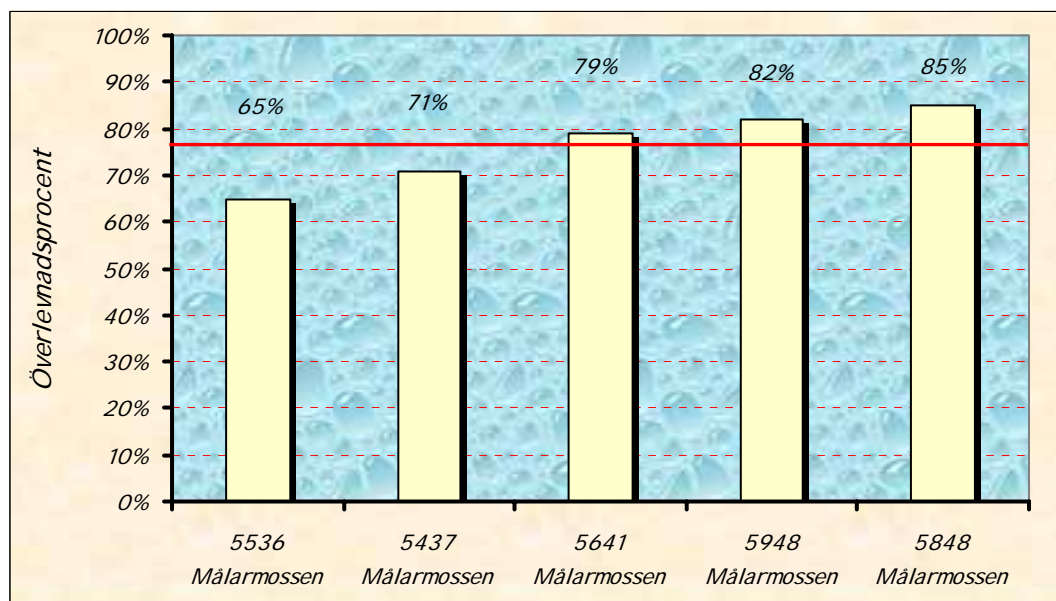
2002



Figur 4.5. Figuren visar överlevnadsprocenten för de inventerade hyggena som planterades år 2002.

Ovanstående diagram visar överlevnadsprocenten för de hyggen som planterades under säsongen 2002. Överlevnadsprocenten för det aktuella året ligger i genomsnitt på **78%**.

2003

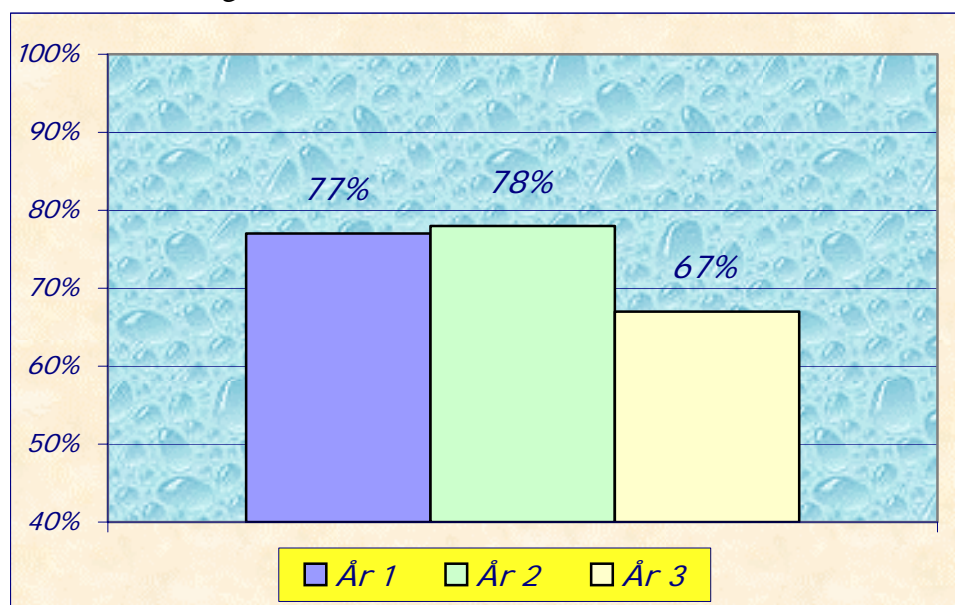


Figur 4.6 Figuren visar överlevnadsprocenten för 2003 års planteringar.

Överlevnadsprocenten för de hyggen som planterades under 2003 ligger i genomsnitt på 77% vilket framgår i ovanstående diagram.

Resultat

Resultaten över plantornas överlevnad som redovisas årsvis i föregående sidor sammanfattas här i figur 4.7. Figuren skall tolkas på följande sätt. På de hyggen som blev planterade 1 år före inventeringen, m a o en växtsäsong, är överlevnaden 77 %. På de hyggen som blev planterade 2 år före inventeringen är överlevnaden 78 % och på hyggen som blev planterade 3 år före inventeringen är överlevnaden 67 %.



Figur 4.7. Figuren visar plantöverlevnaden i % för de olika växtsäsongerna.

Resultatet av plantinventeringen är inte statistiskt beräknad utan redovisar bara det faktiska resultatet av undersökningen. Antalet undersökta hyggen får ändå anses vara så pass stort att det ger ett tillfredställande resultat.

Sättet som jag har valt att redovisa de äldre hyggenas föryngringsresultat på, dvs. överlevnadsprocenten, ger enligt mig en lättöverskådlig bild hur föryngringarna har lyckats utan att för den skull blanda in allt för mycket parametrar i själva inventeringsarbetet. Man ska dock komma ihåg att anledningen till en eventuell plantavgång inte alltid hänger samman med planterings utförande. Andra orsaker såsom vilt, snytbagge eller ett dåligt plantmaterial kan vara tänkbara orsaker till ett dåligt resultat. Resultatet av inventeringen kommenteras ytterligare i diskussionsdelen.

5 EKONOMISKA ANALYSER

När man läser följande jämförelse skall man komma ihåg att kalkyler aldrig är någon absolut sanning. I kalkyler förutsätter man att saker och ting kommer att utvecklas på ett visst sätt redan innan de har inträffat och de får därför ses som en mer eller mindre underbyggd hypotes. De kalkylmodeller som redovisas i detta examensarbete är uppbyggda i Excel, i dessa är det enkelt att ändra de flesta tänkbara förutsättningar för att se hur det påverkar den slutgiltiga föryngringskostnaden. Förklaringar över hur modellerna är uppbyggda finns under respektive rubrik. En CD-R skiva med kalkylmodellerna återfinns också längst bak i detta kompendium.

Alla kostnadsuppgifter är direkt hämtade ifrån Norrköpings sbo. Kostnaderna skall inte ses som en prislista över aktuella priser på distriktet, utan är framräknade som ett medelvärde av de kostnader som gäller.

5.1 Manuell plantering och dess kostnader

Den övervägande delen av planteringsarbetet på Södras medlemsfastigheter utförs idag manuellt efter en maskinell markberedning utförd med dragna aggregat, företrädesvis harvning. På Norrköpings sbo så planteras ungefär 200 hektar per år och ungefär 2/3 utav den arealen planteras i markägarens egen regi, resterande areal planteras med Södras egna resurser.

I planteringsarbetet är för närvarande tre man engagerade på heltid under planteringsperioden, två stycken är anställda av Södra medan den tredje är inhyrd som entreprenör. Utöver detta så hyrs tillfälliga skogsvårdsentreprenörer in då ordinarie bemanning inte hinner med.

Huvuddelen av de ca 500 000 plantor som planteras på distriktet varje år är av täckrotstyp. Detta är den dominerande planttypen i svenskt skogsbruk idag då den är lättare att plantera, lättare att transportera och framförallt så är den billigare att producera än barrotsplantan. Barrot eller omskolade täckrotsplantor används framförallt där det behövs stora plantor, t ex vid hjälpplanteringar eller på ståndorter med en alltför kraftig gräsvegetation. Det är också den areal som sätts med täckrot som är av intresse för detta arbete då mekaniserad plantering med Eco-Planter endast kan utföras med täckrotsplantor.

Prestationen i planteringsarbetet är naturligtvis högst beroende av den aktuella traktens specifika förutsättningar. En medelprestation vid manuell plantering utslaget på en hel säsong ligger dock runt *1600 plantor* per dagsverke och man.

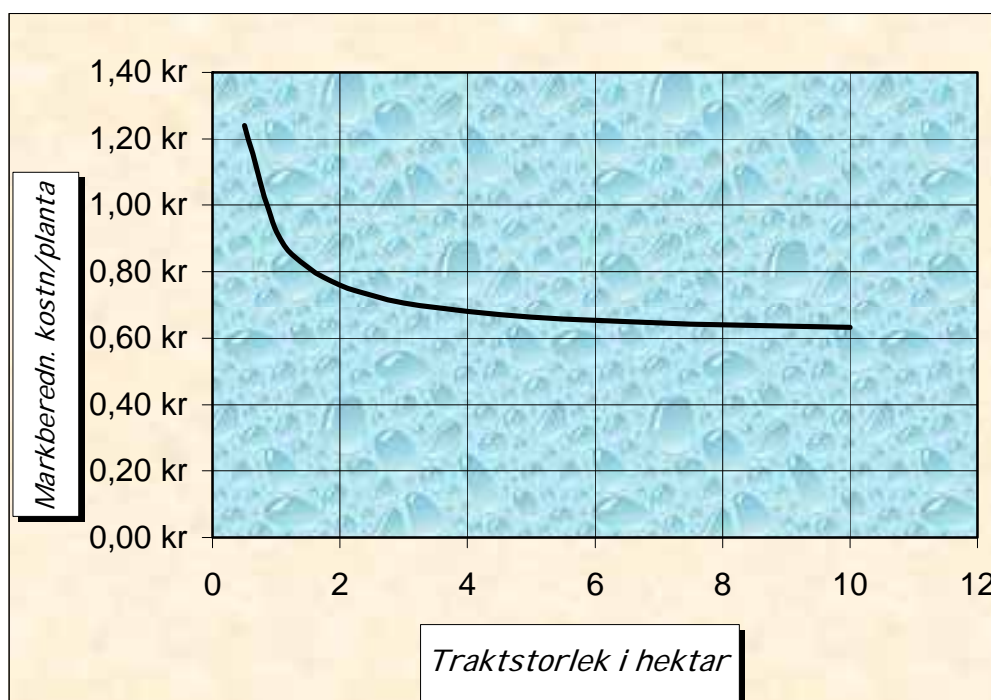
När det gäller kostnaden för manuell plantering så innehåller den fyra stycken större poster samt en post kallat övrigt.

Följande punkter beskriver de fyra huvudposterna och dess innehåll.

Markberedning

På Norrköpings sbo utförs större delen av markberedningen i form av harvning, resterande del utförs som högläggning med hjälp av grävmaskin. Markberedningen är helt utlagd på entreprenad och debitering sker per timma. Även här är prestationen, och därmed kostnaden, beroende av terrängen men ett medelpris för harvning utslaget över en säsong hamnar på ca 1500 kr/ha. Detta pris kommer senare att användas i de kostnads kalkyler som beskriver den manuella planteringskostnaden.

Flyttkostnaden för markberedaren är inte beroende av flyttavstånd eller objektstorlek utan den är lika stor för alla objekt som besöks. Denna kostnad är på 800 kr/objekt. Flyttkostnaden utslaget per planta blir naturligtvis betydligt mycket högre ju mindre objekt som besöks eftersom kostnaden ökar exponentiellt. Detta får till följd att på ett litet objekt så blir flyttkostnaden/planta en relativt stor del av den totala markberedningskostnaden vilket visas i nedanstående figur 5.1.



Figur 5.2. Den totala markberedningskostnaden vid konventionell markberedning (harvning).

Planteringskostnad vid manuell plantering

Planteringskostnaden innefattar den direkta lönekostnaden för planteringspersonal, kostnad för plantvård, redskapskostnad och kostnad för övrig utrustning exempelvis rastkojor. Kategorin innefattar också s.k. "overhead kostnad", detta är kostnaden för arbetsledning och administration av planteringsarbetet. Denna kostnad ligger i dagsläget på 1,30 kr/planta.

Plantkostnad

Inom Södra används två typer av täckrotsplantor, dessa är planterade i plantodlings-systemet HiKo och är av storlekarna 15-30 cm och 20-40 cm. Kostnaden för dessa är 2,00 respektive 2,40 kronor per planta.

Transportkostnad

Transportkostnaden ligger i dagsläget på 10 öre/planta och innefattar kostnaden för själva transporten från terminal och ut till hygget, den innefattar också den terminalkostnad som uppstår i form av plantutlämning, hyra av lokaler m.m. Vid volymer över 10 000 plantor per objekt förekommer ingen transportkostnad eftersom plantan då aldrig lagras på terminal utan transporteras direkt till kunden från plantskolan.

Övrigt

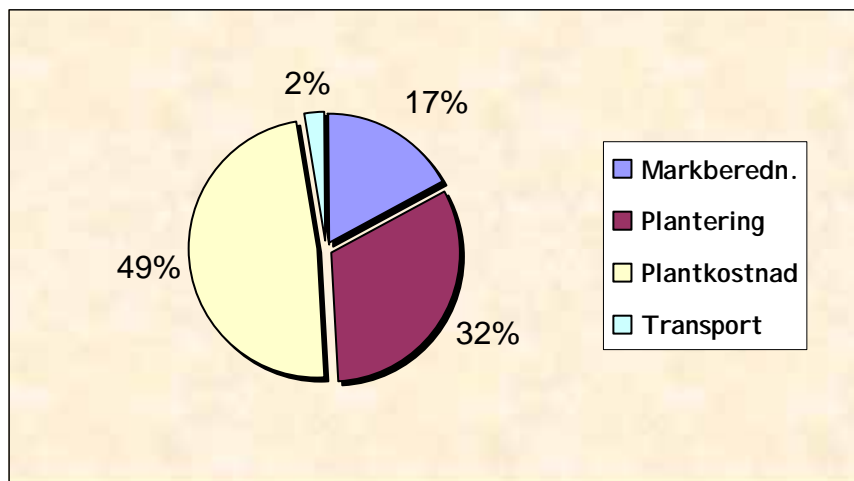
Kostnaden för plantor och transport är densamma oavsett om plantering sker med konventionella eller maskinella metoder.

5.2 Ekonomisk kalkyl för manuell plantering

I bilaga 1 redovisas en kalkyl för kostnaden för manuell plantering plantering sker med konventionella metoder, dvs. markberedning och manuell plantering. Kalkylen grundar sig på de kostnadsuppgifter som redovisas i föregående avsnitt och presenterar kostnaden för ett hygge som är tre hektar stort, vilket motsvarar ”medelhygget” inom Norrköpings sbo.

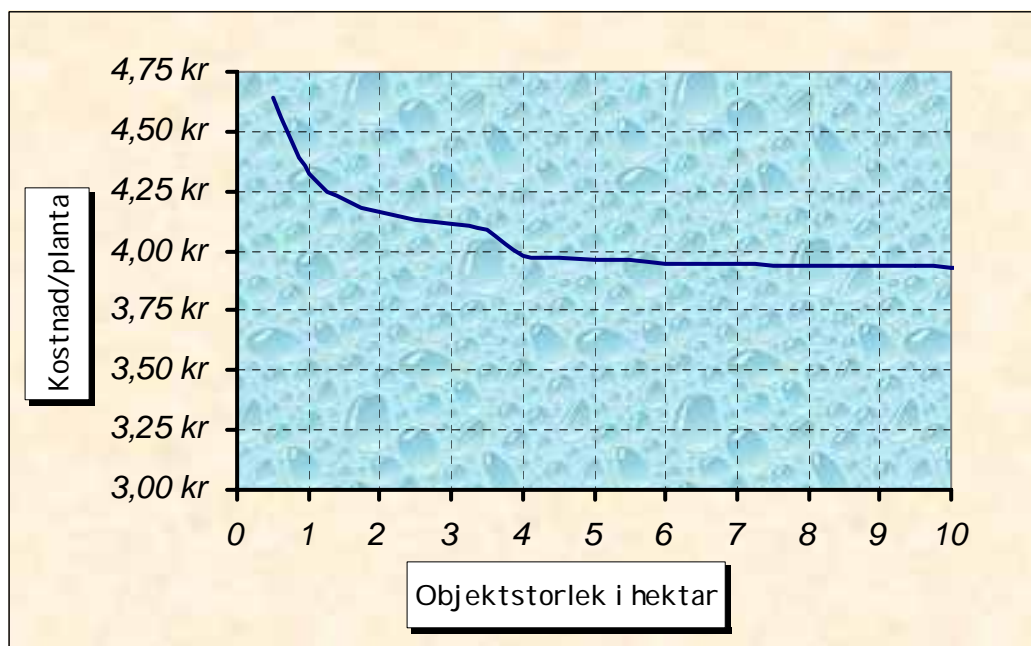
I de fall man använder konventionella metoder för att föryngra ett hygge räknar man med att inget av den eventuella beståndsföryngring som redan finns på hygget kan användas. Denna antas gå förlorad då markberedning sker med metoder såsom harvning eller fläckmarkberedning. Antalet planterade plantor är 2500 per ha.

I kalkylen ser man att den totala föryngringskostnaden för det manuella alternativet hamnar på 10 267 kronor per hektar, eller 4,11 kronor per planta vid de aktuella förutsättningarna. Denna totala kostnad fördelar sig på kostnadsslagen, markberedning, plantering, plantkostnad och transportkostnad enligt figur 4.3.



Figur 5.3 Kostnadernas fördelning på de olika kostnadsslagen vid manuell plantering.

Den totala kostnaden för föryngring med konventionella metoder följer kurvan i figur 5.4. Där ser man tydligt hur kostnaden per planterad planta snabbt ökar med minskad objektstorlek. Det faktum att transportkostnaden uteblir vid ett totalt plantantal på 10 000 eller fler förklarar böjen på kurvan vid 4 hektar, sedan planar kurvan ut och förhåller sig i det närmaste konstant.



Figur 5.4 Kostnaden per planterad planta vid föryngring med konventionella metoder.

5.3 Ekonomisk kalkyl för maskinell plantering med Eco-Planter.

I följande avsnitt diskuteras ekonomi och kostnader runt planteringsaggregatet Eco-Planter. De resultat som redovisas bygger på den planteringskalkyl som har utarbetats, och som förklaras mer ingående längre fram i avsnittet.

5.3.1 Förklaring av kalkylen

Den kalkyl som redovisar Eco-Planters kostnader är uppbyggd i dataprogrammet Excel. Kalkylen är uppbyggd så att det är enkelt för användaren att gå in och ändra på ett stort antal parametrar. Detta gör att den passar en viss specifik användare eller en speciell trakt med dess förutsättningar. Kalkylen finns redovisad i bilaga 2.

Alla de celler som är brunfärgade är tänkta att fyllas i av användaren, resterande celler innehåller formler och beräknas automatiskt. I kalkylens första hälft (första sidan) fylls uppgifter i som gäller den specifika maskinen och dess kostnader. I dess andra hälft (andra sidan) fylls uppgifter i som gäller den specifika trakten som är tänkt att föryngras. Under fliken "terrängtrpkostnad" fylls uppgifter i som sedan automatiskt överförs till kalkylen. Kostnaderna för de olika kostnadsslagen presenteras sedan som totala årliga kostnader och kostnad per G_{15} -tim.

Kapitalkostnaden i denna kalkyl beräknas enligt "Annuitetsmetoden" vilken skrivs som: $(I-r)*p/(1+p)^n + (I*r)*p$ och beskriver den årliga kostnaden för ränta, amortering och värdeminskning. Den kapitalkostnad som i kalkylen noteras på skördaraggregatet avser dess räntekostnader som ersätts även då aggregatet inte är i drift.

Längst ned på första sidan i kalkylen redovisas en "grundkostnad", detta är kostnaden per planta för de kostnadsslag som rör själva driften av maskinen, vi skulle också kunna kalla den för "maskinkostnad". På denna kostnad läggs sedan plantkostnaden, planttransportkostnaden och flyttkostnaden. Den senare kostnaden beräknas i detta fall endast som en engångssumma (800 kr) utslaget på antalet plantor, detta sätt att räkna används bara för att kunna jämföra de två metoderna åt och ska inte ses som hundra procentig. Detta diskuteras vidare under avsnittet "Organisation" i diskussionsdelen.

Under "Grunduppgifter" överst på andra sidan av kalkylen fyller man i ett tänkt antal plantor, samt storleken på det aktuella objektet. Man har också möjlighet att fylla i graden av befintlig föryngring, något som starkt påverkar den totala kostnaden.

Längst ned i kalkylens andra del presenteras sedan den slutliga kostnad i tre olika former.

- *Kostnaden per planterad planta* - Beskriver enbart kostnaden för de plantor som Eco-Planter har planterat.
- *Kostnaden per föryngrad planta* – Beskriver kostnaden per planta inklusive befintlig föryngring.
- *Total föryngringskostnad* – Beskriver den totala föryngringskostnaden per hektar inkl. beståndsföryngrade plantor.

5.3.2 Föryngringskostnad

Den totala föryngringskostnaden för Eco-Plantern som redovisas i kalkylen på följande sidor är ett resultat av den prestation och de förutsättningar som rådde på den aktuella tidsstudietrakten. Som tidigare nämnts så kan inte prestationerna i denna studie gälla generellt då förarna aldrig tidigare hade arbetat med Eco-Plantern. För att få en mer rättvis bedömning utav Eco-Planterns

ekonomiska förutsättningar har därför även resultaten från den studie som genomfördes utav konsultföretaget NordFor under sommaren 2003 använts (Normark & Öberg 2003)

De investeringskostnader som förekommer i kalkylen är hämtade direkt ifrån tillverkaren (Lindberg, pers meddelande), dessa kan dock variera beroende på individuella rabatter och avtal. Räntesatsen är satt utifrån de nivåer som rådde under första halvåret 2004 och får anses som relativt låga. I övrigt är förutsättningarna de samma som för den manuella planteringen, dvs ett tre hektar stort hygge som skall föryngras med 2500 plantor per hektar. I detta antal ingår godkänd självföryngring.

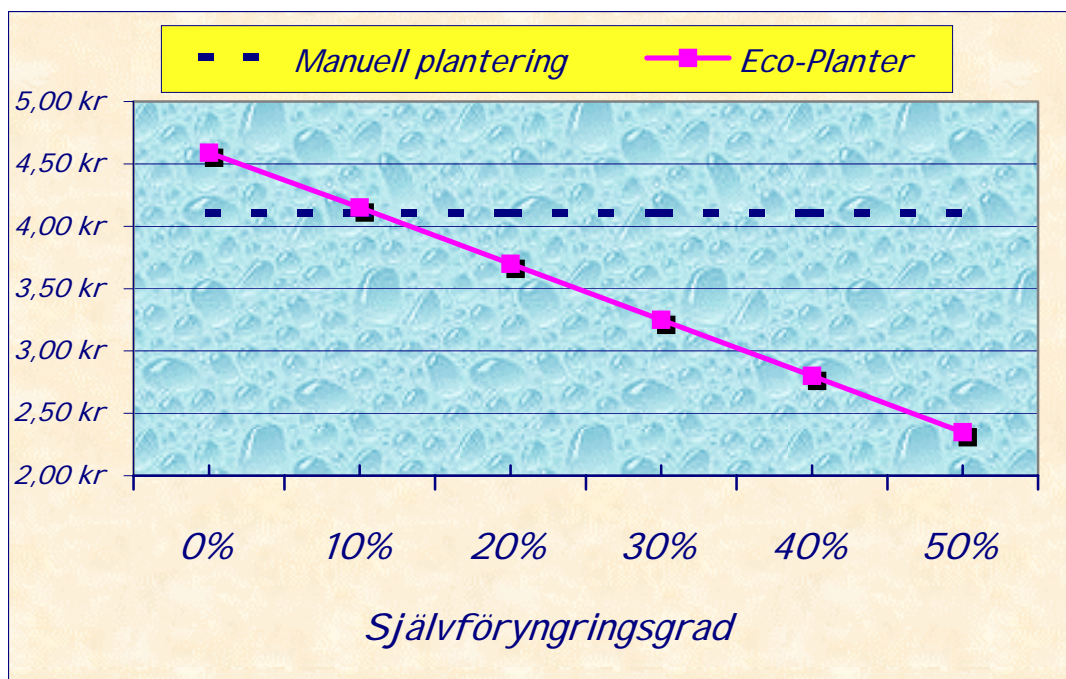
Den ungefärliga föryngringskostnaden med Eco-Planter är ca 13 000 kr/ha vid en prestation på ca 305 pl/G₀-tim (de resultat som erhöles vid tidsstudien). Ökar prestationen till en nivå som erhöles vid tidigare studier (Normark & Öberg 2003) på ca 435 planter per G₀-tim sjunker kostnaden till ca 10 700 kr/ha. Beräkningen finns redovisad i bilaga 2. Där redovisas de två kalkylerna, dels med den genomsnittliga prestation som uppnåddes under den genomförda tidsstudien och dels för den prestation som erhöles vid NordFors tidsstudie. Förutom prestationen behålls värdena konstanta.

5.3.3 Beståndsföryngringens påverkan

Som synes i de kalkyler som redovisats på föregående sidor så är plantering med Eco-Plantern i båda fallen dyrare än för de manuella metoderna, även då den högre prestationen på 435 plantor/G₀-timme används. En fördel med Eco-Planter jämfört med manuell plantering är att man på ett enkelt och effektivt sätt kan utnyttja den befintliga föryngring som många gånger redan finns etablerad på hygget.

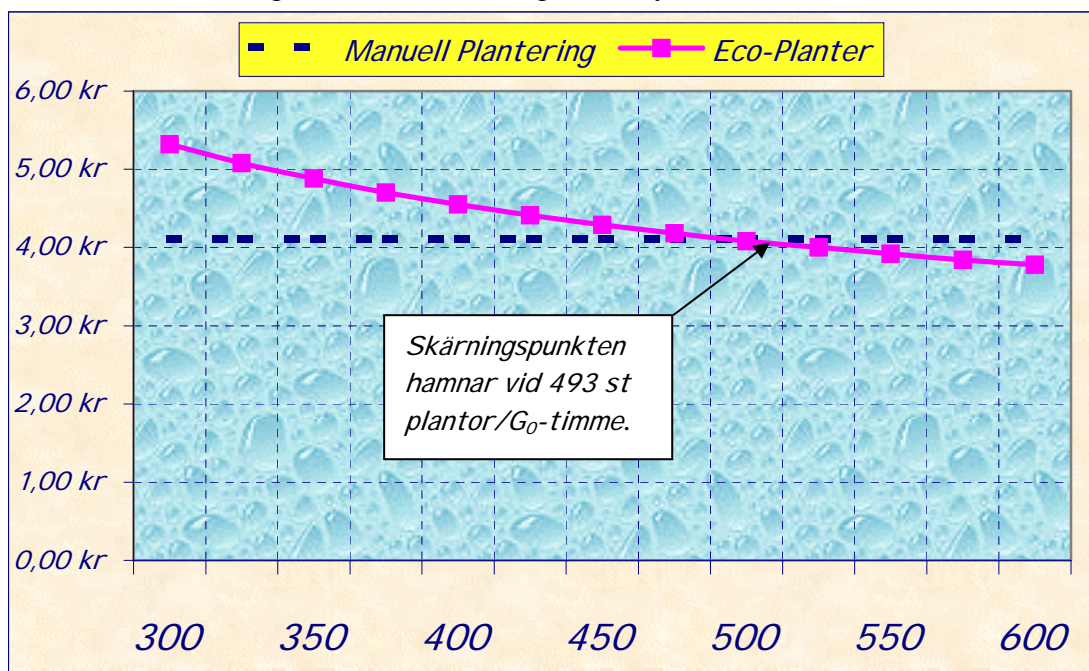
Graden av användbar självföryngring påverkar den slutgiltiga föryngringskostnaden högst påtagligt. Detta faktum *måste* man ta hänsyn till då man planterar med Eco-Plantern och föraren måste i största möjliga utsträckning försöka utnyttja den befintliga föryngring som redan finns etablerad för att på så vis pressa den totala föryngringskostnaden.

Figur 5.5. visar hur kostnaden per *föryngrad* planta förhåller sig vid olika grader av självföryngring. Här ser vi att ECO-Planters linje skär det manuella alternativets linje vid ca 11 % förutsatt att prestationen ligger på 435 plantor/G₀-timme. Detta innebär alltså att Eco-Planter blir billigare än manuell plantering när beståndsföryngringsgraden överstiger detta. Vid en lägre prestation krävs naturligtvis en högre andel självföryngring för att nå samma resultat.



Figur 5.5. Föryngringskostnaden (kr/planta) med Eco-Planter jämfört med manuell plantering vid olika andel utvecklingsbar självföryngring. (Den manuella planteringen bygger på prestationen 1 600 pl/dagsverke samt att man antar att godkänd självföryngring saknas (se kap 5.2)).

Då ingen befintlig självföryngring finns att tillgå förhåller sig de båda planteringssättens kostnadsfunktioner såsom nedanstående diagram visar. Här ser vi att prestationen måste ligga på minst 493 plantor/ G_0 -timme för att rent prismässigt kunna konkurrera med de manuella metoderna. I figur 5.6. visas kostnaderna för föryngring av ett tre hektar stort hygge, övriga kostnader förhåller sig konstanta ifrån tidigare kalkyl.



Figur 5.6. Planteringskostnaden per planta med Eco-Planter vid olika prestation (antalet plantor/ha är 2500 st och hyggets storlek 3 ha). Som jämförelse visas kostnaden för manuell plantering (med en prestation på 1 600 pl/dagsverke).

5.3.4 Eco-Planter på olika basmaskiner

Enligt tillverkaren av Eco-Planter så kan aggregatet monteras på de flesta typer av kranförsedda basmaskiner. I avsnittet som beskriver Eco-Planterns konstruktion och funktion kan vi läsa att basmaskinen bör ha en vikt av minst 13 000 kg och att kranen bör kunna lyfta 1300 kg på 7 meters längd, detta gör Eco-Plantern lämplig på mellanstora till stora skördare men även grävmaskiner bör kunna användas som basmaskin.

Som en jämförelse till den kostnadskalkyl som används inom detta examensarbete där en drivare utav modell *Valmet 801 Combi* använts så har även kostnadskalkyler upprättats för tre stycken alternativa basmaskiner. Dessa tre är:

- En ny konventionell engreppsskördare av typen *Valmet 901* eller *Timberjack 1270*.
- En några år gammal engreppsskördare utav liknande modell.
- En bandgående grävmaskin av typen *Cat 325* eller liknande.

Det som skiljer de olika alternativen i kalkylmodellen är basmaskinernas investeringskostnad. I fallet med den äldre skördaren har även reparationskostnaden för basmaskinen höjts ifrån 100 till 150 kronor per G_{15} -timme. Att upprätta den här typen av kalkyler är vanskliga då prestationerna för följande maskiner inte är kända. I följande kalkyler har prestationen dock antagits ligga på 435 plantor/ G_0 -timme för de båda skördaralternativen medan prestationen för grävmaskinsalternativet har sänkts med 10 % då denna maskin inte är byggd för att användas i skogsbruket. Kostnaderna presenteras i tabell 5.1. som totalkostnad per hektar vid olika grad av självföryngring.

Tabell 5.1. Föryngringskostnaden, kr/ha, för fyra olika basmaskiner.

Maskintyp	Beståndsföryngringsgrad		
	0 %	20 %	40 %
Valmet 801 Combi	11 486 kr/ha	9 242 kr/ha	6 998 kr/ha
Ny engreppsskördare	11 406 kr/ha	9 178 kr/ha	6 950 kr/ha
Äldre engreppsskördare	11 225 kr/ha	9 033 kr/ha	6 842 kr/ha
Grävmaskin	11 688 kr/ha	9 404 kr/ha	7 120 kr/ha

Som framgår av tabellen är det inga större skillnader i kostnaderna för de olika alternativen.

6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Syftet med detta examensarbete var att undersöka huruvida planteringsaggregatet Eco-Planter skulle kunna vara ett lämpligt alternativ till de manuella föryngringsmetoder som dominerar privatskogsbruket i södra Sverige idag.

När man ska utreda en sådan frågeställning hamnar fokus till stor del på de rent ekonomiska bitarna, och ofta med all rätt då det många gånger är priset som är den avgörande faktorn då ett visst alternativ väljs framför ett annat. Min uppfattning är dock att man inte alltid, och med systematik, behöver välja det föryngringsalternativ som verkar billigast på pappret utan att man i högre grad än vad som sker idag bör försöka anpassa föryngringsmetoderna till de speciella förutsättningar som råder på varje specifik trakt, detta kan i slutändan betala sig i form av en livskraftig och fin föryngring utan dyra hjälpplanteringar som följd.

6.1 PRESTATION

De prestationer som redovisas i detta arbete måste tas med en nypa salt. Olyckliga omständigheter i samband med det aktuella årets planteringssäsong ledde till att den förare som ingick i studien inte hade någon tidigare erfarenhet av planteringsaggregatet Eco-Planter. Visst trubbel med maskinen gjorde att tiden blev än mer pressad än vad som var tänkt från början och planteringsarbetet kom igång 2-3 veckor senare än beräknat.

Om man tittar på resultaten ifrån de tre tidsstudieytorna så ser man att momenttiderna för varje enskilt moment inte skiljer sig åt i någon större omfattning. Detta får antas hänga samman med att trakten var väldigt homogen i sitt utseende och att de tre ytor var relativt lika. Den yta som mest skiljde sig ifrån de andra var yta 1 som hade en betydligt högre andel stora stenar i ytan. Märkligt nog var det på denna yta som den högsta prestationen uppnåddes. Inom denna yta ser man däremot att tiden för ompositionering av aggregatet är större än i de andra två. Det betyder alltså att föraren i större utsträckning har tvingats flytta aggregatet från den punkt där han först tänkt plantera plantan till en annan lämpligare för att kunna åstadkomma en godtagbar fräshög. Tiden för markberedning och plantering utgör också en relativt stor del av den totala tiden, därför att aggregatet verkligen får jobba för att lyckas åstadkomma en vettig fräshög i den steniga terrängen. Detta gällde även i de andra ytor som också hade en relativt hög andel sten, dock inte lika stor.

Mellan yta 2 och yta 3 var det framförallt fröträdens antal som skiljde sig åt. Där ser man dock att prestationen var högre på yta 2 som hade fler fröträd per hektar än vad yta 3 hade. Genom detta kan man anta att en fröträdställning på 50-60 träd/ha inte har någon större påverkan på prestationen jämfört med en kalavverkad yta. Yta 3 var däremot något brantare än vad som var fallet med yta 2 som låg på helt plan mark. Detta torde påverka flyttiden som där är högre än i båda de andra ytor vilket kan vara förklaringen till den något lägre prestationen i denna yta. Det kan också tilläggas att basmaskinen inte i något fall klarade att arbeta på full kranlängd då maskinens kran var i minsta laget för den här typen av aggregat.

Om man tittar på de olika momentens procentuella andel av den totala tiden så ser man att kran, positionering och markberedning/plantering utgör mer än 60 % av den totala tiden. En hypotes är att en van förare skulle kunna minska krantiden med ett antal procent då han lär sig

att hela tiden förutse nästa planteringspunkt medan han utför markberedning/plantering på den föregående och på så vis slipper han alla onödiga kranrörelser som en ovan förare drabbas av. Tiden för markberedning och plantering får däremot anses bero mer på markens bearbetningsmotstånd än på förarens arbetssätt och antas inte kunna påverkas i lika hög utsträckning.

I denna studie får även momentet "Övrig verktid" anses ha en allt för stor andel utav den totala tiden. Detta kan emellertid förklaras med att maskinen inte var utrustad med tryckluft utan plantorna föll ner i planteringshålet av sin egen tyngd, vilket gjorde att en stor andel plantor fastnade i planteringsdonen som blev tvungna att rensas manuellt. Detta är en tillfällig brist hos maskinen och andelen "övrig tid" kan förväntas sjunka då detta blir åtgärdat. Av de 6 % övrig tid som noterades under studien så kan mer än $\frac{3}{4}$ härledas till detta problem.

6.2 PLANTLADDNING

Momentet "laddning av aggregatet" utgör i denna studie ca 23 % av den totala tiden. Detta är ett moment som på något sätt måste effektiviseras för att få Eco-Plantern mer kostnadseffektiv. Som det är nu så kostar det lika mycket när maskinföraren står och fyller på plantor som när han kör maskinen, detta eftersom maskinens timpris debiteras uppdragsgivaren även då manuellt arbete sker, i det här fallet plantladdning. Detta betyder alltså att varje laddning av aggregatet kostar ca 200-225 kr, och detta för ett arbetsmoment som tar ca 10 minuter. Diskussioner runt hur man skulle kunna effektivisera detta moment har förts av många men ännu har inget av detta blivit verklighet.

Att öka antalet plantor på aggregatet skulle betyda färre plantpåfyllningstillfällen och därmed en något ökad produktion. Laddtiden per planta skulle ju dock förmodligen inte påverkas i någon betydande omfattning varför detta alternativ inte kan anses vara någon lösning på problemet. Enligt tillverkaren så har man i dagsläget inte heller några funderingar på att bygga om aggregatets plantladdningssystem då man anser att aggregatet inte får bli tyngre än vad det är i dagsläget och genom detta förlora sin flexibilitet och smidighet (Lindberg, pers meddelande).

Ett annat alternativ skulle vara att odla plantan i kassetter som är speciellt avsedda för Eco-Planter och maskinföraren skulle därmed bara behöva byta ut hela kassetten istället för som nu plocka varje planta för sig. Man skulle kunna tänka sig plantkassetter där hålet i botten är så pass öppet att plantan med lätthet skulle kunna tryckas igenom med tryckluft utan att för den skull skadas i rotklumpen.

Problemet med detta alternativ är den mekaniserade planterings minimala omfattning. Idag planteras endast ca 1 % av det totala antalet plantor maskinellt. (v Hofsten, pers meddelande). Att få en större plantleverantör att anpassa ett plantodlingssystem efter så få plantor är knappast en rimlig tanke. Möjligen skulle det kunna vara en nisch för en mindre plantskola att helt lägga om produktionen för maskinella planteringsalternativ. Helt klart är dock att problemet med den dyra planthanteringen måste lösas om Eco-Planter skall ses som ett mer konkurrenskraftigt alternativ till konventionella föryngringsmetoder.

6.3 PLANTERINGSRESULTAT

När det gäller kvalitén på det arbete som Eco-Planter utför så får man betrakta det som godkänt. Inom tidstudieytorna var det primära målet att undersöka hur stor andel av plantorna som var godkänt planterade utifrån de kriterier som ställts upp och som har redovisats tidigare i detta arbete. Resultatet visar att 88 % av plantorna var godkänt planterade. Detta skall jämföras med manuell plantering där 100 % förväntas vara godkänt planterade utifrån dessa kriterier. I de fall plantorna inte var godkända berodde det till största delen på att rotklumpen var i kontakt med luften, vilket var speciellt tydligt på de steniga partierna där Eco-Plantern inte förmådde att trycka ner plantan tillräckligt djupt i planteringshålet, i vissa fall så låg plantan helt och hållet uppe på fräshögen. På partier med ett mindre antal stenar så har däremot Eco-Plantern satt plantan på ett bra sätt med hela rotklumpen begravd i humusblandad mineraljord. I vissa fall kan man tycka att plantan har satts för djupt, men planteringsdjupet är enkelt att justera på aggregatet.

På de äldre hyggena som inventerats var syftet att ta reda på plantöverlevnaden ett antal säsonger efter plantering, hur väl Eco-Planter klarat att föryngra till ett lämpligt plantantal, samt att försöka ta reda på när föryngring med Eco-Planter fungerar bra och när det fungerar mindre bra.

Resultatet av plantinventeringen kan sammanfattas med att Eco-Plantern i de allra flesta fall klarat att plantera till ett önskat plantantal och att det framförallt är graden av ytsten som har varit den avgörande faktorn då det inte har lyckats.

Beträffande överlevnaden så kan man säga att den är ganska så varierande över hyggena. Vissa delar av hygget har ofta en väldigt hög överlevnad och plantorna är frodiga och fina. Dessa områden har ofta en låg eller måttlig gräsväxt och en ganska så grov jordmån såsom sand eller mo. Däremot har plantorna överlag en dålig utveckling i fuktiga partier med en kraftig gräsväxt, här kan man konstatera att den markberedning som Eco-Plantern åstadkommer inte räcker till för att ge plantorna det försprång som de såväl behöver i kampen mot hyggesvegetationen. Redan efter ett år är effekten av markberedningen borta, och gräs och annan hyggesvegetation har i många fall helt omslutit plantan. Detta mönster är tydligt på alla de hyggen som ingick i undersökningen och föryngringsresultaten i de fuktiga partierna får anses som mycket dålig. Ett annat problem i dessa växtliga områden är att snytbaggen ofta söker sig dit. I vissa fall kunde man se ett förhöjt gnag i områden med mycket gräs vilket också talar för att en kraftigare markberedning måste till.

Inventeringen av de gamla hyggena visar dock att det befarade scenariot med planteringshål som inte har fyllts med jord helt kommit på skam. Inte i något fall under inventeringsarbetet kunde detta upptäckas utan alla planteringshål var helt täckta med jord.

En annan reflektion som gjordes under inventeringsarbetet var den låga andelen frostskadade planter. Den höga planteringspunkt som Eco-Planter skapar verkar att på ett effektivt sätt skydda plantorna mot frostsador även på de mest utsatta områdena där frosten annars är ett stort problem.

6.4 OBJEKTVAL

Resonemanget i de föregående avsnitten säger oss att plantering med Eco-Planter inte kan ske på samma rutinartade sätt som med de konventionella metoderna som används idag. För att få ett biologiskt och ekonomiskt lyckat resultat måste ett noggrant urval av lämpliga objekt göras. Vad är då ett för Eco-Plantern lämpligt objekt?

Rent biologiskt kan konstateras att hyggesvegetationen, om den blir för kraftig, är ett stort hot mot plantan, vilket medför att plantering med Eco-Plantern inte bör ske i områden där det finns risk för en kraftig hyggesvegetation, med andra ord i låga, skuggiga och fuktiga områden. Plantering med Eco-Planter bör istället ske på torra till friska marker med en relativt grov textur. Även där kan det visserligen förekomma en kraftig hyggesvegetation men den är då ofta i form av smalbladigt gräs vilket plantan klarar betydligt mycket bättre.

Man bör heller inte välja objekt med en alltför besvärlig terräng eller marker med ett högt bearbetningsmotstånd, exempelvis ytsteniga marker eller marker med en kraftig grässvål. Denna undersökning, liksom tidigare undersökningar (Matsson 1977) bekräftar att prestationsnivån på dessa marktyper är så pass låg att planteringskostnaden blir orimligt hög.

Finns det då inte objekt som starkt talar för Eco-Plantern? Jodå! Enligt tillverkaren så bearbetas endast ca 10 % av arealen vid markberedning med Eco-Planter, detta skall jämföras med en konventionell harvning som bearbetar ca 35 % av arealen. Från etableringsynpunkt är en kraftig markberedning på kort sikt oftast den mest lyckosamma, men ju kraftigare markbehandlingen är desto större risk löper man att äventyra markens långsiktiga produktionsförmåga (Lundmark 1988). Detta faktum talar för Eco-Planter på marker som på ett eller annat sätt kan betraktas som känsliga. Exempel på sådana marker skulle kunna vara, marker med tunt humuslager, starkt sluttande marker. Ett annat exempel är tätortsnära hyggen. Det sistnämnda fallet talar starkt för Eco-Planter då ett kraftigt markberett hygge i anslutning till tätorter ofta skapar starka reaktioner hos allmänheten.

Man kan konstatera att plantering med Eco-Planter i södra Sverige ställer mycket höga krav på ett noggrant urval av lämpliga objekt för att resultatet skall bli lyckat, såväl biologiskt som ekonomiskt. Genom att låta planläggaren föra in parametrar som GYL, självföryngringsgrad och graden av markvegetation redan i skogsbruksplanen skulle detta urvalsarbete sedermera bli mycket lättare att genomföra rent praktiskt för de inspektorer och drivningsledare som skall fatta beslut om en lämplig föryngringsmetod. Detta skulle förmodligen också minska antalet misslyckade föryngringar till följd av ett felaktigt objektsurval.

6.5 EKONOMIN

Den ekonomiska jämförelse som har gjorts mellan de två föryngringsmetoderna i detta arbete visar att föryngring med konventionella metoder många gånger fortfarande är något billigare än de mekaniserade alternativ som förekommer idag, såsom Eco-Planter.

Detta gäller då plantering sker som idag utan någon som helst hänsyn till den naturliga föryngring som många gånger redan finns på hygget och som körs sönder av markberedaren.

En stor fördel med Eco-Planter jämte andra metoder är att föraren kan utnyttja en redan befintlig föryngring för att på det viset pressa den totala föryngringskostnaden. Detta examensarbete visar att självföryngringsgraden måste ligga runt 10-15 % för att Eco-Planter skall hamna på samma kostnadsnivåer som de konventionella metoderna. Siffran varierar något beroende på vilka andra förutsättningar som råder, exempelvis skiftform, typ av basmaskin, prestation m m.

Då ingen utvecklingsbar naturlig föryngring finns att tillgå kan man utgå ifrån att föryngringskostnaden för Eco-Planter hamnar ca 5-10% högre än för de konventionella metoderna även om prestationerna kan förväntas ligga en bra bit över de nivåer som har presenterats i det här examensarbetet. Som visats i tidigare avsnitt så måste maskinföraren klara att sätta ca 500 planter i snitt per timme för att kunna konkurrera rent prismässigt då ingen naturlig föryngring finns att utnyttja. Detta går säkert på bra mark under kortare perioder, men att klara av att hålla en sådan prestation under längre tid och på samtliga objekt får närmast ses som en omöjlighet. Genom detta kan man konstatera att hänsyn till en redan befintlig föryngring måste tas vid plantering med Eco-Planter och ju mer naturlig föryngring som maskinföraren kan utnyttja desto lägre blir föryngringskostnaden. 10-20 % självföryngring är inte heller speciellt mycket och det finns nog på många av de hyggen som planteras inom Södras verksamhetsområde idag. Med de konventionella föryngringsmetoder som förekommer idag så är det ofta så att man först kör sönder en fullt duglig föryngring med markberedaren för att senare sätta tillbaks den iform av kulturplantor, och detta kan ses som ett rent resursslöseri.

När jag har räknat på Eco-Planters ekonomiska förutsättningar beroende av vilken basmaskin aggregatet är monterat på så kan man konstatera att det är ganska små skillnader mellan alternativen. Prisskillnaden mellan det dyraste och det billigaste alternativet är ca 200 kr/ha eller 3-4 % vilket får betraktas som en marginell skillnad.

Förklaringen till detta får antas vara den ränta som har använts i kalkylerna. Med en ränta på 4-5 % är det billigt att låna pengar och kapitalkostnaderna skiljer sig inte nämnvärt från varandra, skulle däremot räntan sättas till det dubbla så skulle siffrorna visa större variationer

6.6 ORGANISATION

Funderingar kring hur en effektiv organisation skulle kunna se ut runt en maskin som Eco-Planter och som presenteras i följande avsnitt är många gånger författarens egna tankegångar och hypoteser, och skall inte ses som en lösning på den mycket komplexa problemställning som en effektiv organisation innebär. Jag har dock försökt att ta hänsyn till de speciella förutsättningar som råder inom Södras verksamhetsområde då organisationsfrågan har bearbetats.

Med tanke på att bara en mindre del av den totala arealen som planteras inom Södras verksamhetsområde varje år lämpar sig för mekaniserad plantering så krävs ett långtgående samarbete mellan de olika skogsbruksområdena för att få till en effektiv organisation kring ett mekaniserat planteringssystem som Eco-Planter.

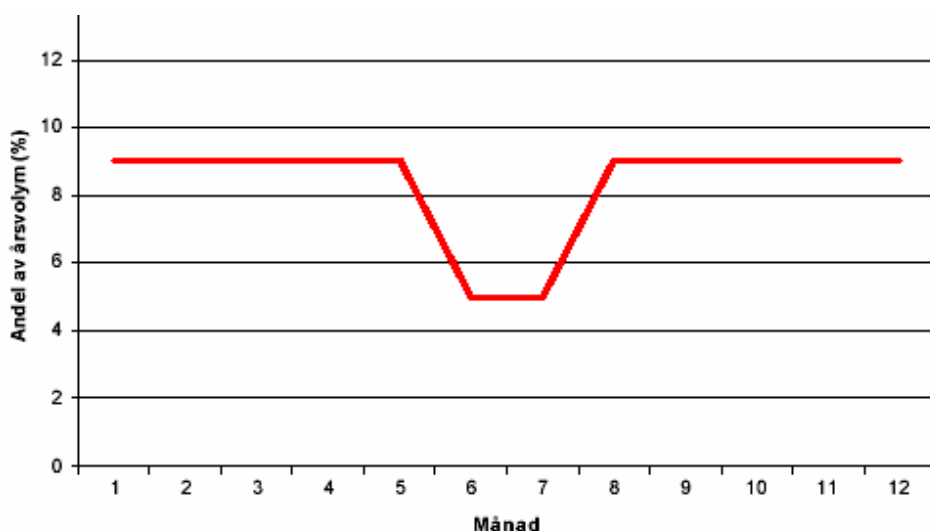
Skogforsk (Hallonborg 1995) har gjort en prognos över arealer som lämpar sig för maskinell plantering. Här har den totala föryngringsarealen reducerats p g a svåra terrängförhållanden

(summan av grundförhållanden, ytstruktur och lutning får ej överstiga 6 och lutningskoefficienten får ej överstiga 3.) Denna reduktion utesluter 40 % i Norrland, 55 % i Svealand samt 50 % i Götaland. Vidare reducering har gjorts för alternativa föryngringsmetoder såsom sådd, blädning, skärmar och fröträd. I sektorn privatägd mark ligger denna reducering på ca 30-40 %.

Om denna prognos stämmer så lämpar sig endast ca 10-20 % utav den totala föryngringsarealen inom Södras verksamhetsområde för mekaniserad plantering. Inom Norrköpings sbo skulle detta innebära att ungefär 40-50 hektar årligen skulle vara lämpliga objekt för Eco-Plantern, vilket ger ca 20-25 planteringsdagar per år för en maskin som går i tvåskift och planterar ca 6000 plantor per dygn. Med så få planteringsdagar skulle kostnaden för den mekaniserade planteringen bli orimligt dyr och konceptet skulle inte på något sätt gå att försvara ute hos medlemmarna. Ett samarbete mellan skogsbruksområdena för att öka den tillgängliga arealen lämplig mark får därför anses som en nödvändighet om Eco-Planter skall kunna bli ett konkurrenskraftigt alternativ inom Södras organisation.

För att Eco-Plantern skall bli ett någotsånär konkurrenskraftigt alternativ till manuell plantering så krävs att maskinen kan plantera åtminstone 55-75 dagar per säsong, vilket tidsmässigt skulle motsvara den tillgängliga arealen inom 2-3 skogsbruksområden. Samordningen av en maskin inom ett så pass stort geografiskt område ställer givetvis höga krav på de produktionsledare som skall sköta arbetet rent praktiskt, men det kan inte anses vara en omöjlig uppgift med en långsiktig och väl genomförd planering.

En fördel med det mekaniserade planteringsystemet är att man kan få ett effektivare utnyttjande av de maskinresurser som finns inom organisationen. Avverkningsnivån, framförallt när det gäller slutavverkning, har ofta varit låg under de månader som är aktuella för planteringsarbetet och ett mekaniserat planteringssystem skulle kunna säkra sysselsättningen för entreprenörer och egna maskingrupper under denna period. Denna trend håller dock på att ändras något och inom Södra ser man att de säsongsvisa variationerna mer och mer håller på att planas ut över året. Kurvan nedanför visar dock hur avverkningsvolymerna för Sverige i stort brukar fördela sig över året.



Figur 6.1 Figuren visar hur avverkningsvolymen brukar fördelas över året. (Normark & Öberg 2003)

En annan viktig aspekt när man använder redan befintliga resurser i form av maskinentreprenörer är att man vet vad det är för folk man har att göra med. Såsom den manuella planteringen utförs idag så hyrs tillfälliga skogsvårdentreprenörer in för att klara den höga arbetsbelastning som blir under den relativt korta planteringssäsongen. Detta förfarande gör att vissa administrativa problem kan tänkas uppstå då dessa tillfälliga entreprenörer inte känner till planteringsrutiner, geografiska områden m.m. I yttersta fall kan det också förekomma plantörer som inte känner något ansvar för ett gott planteringsresultat.

Detta argument får väl anses tala för redan fasta resurser, som väl känner till rutinerna och kan ta ett stort eget ansvar för att arbetet utförs på ett korrekt och bra sätt. Utan att ha räknat på det så kan man mycket väl tänka sig att de kostnader som uppstår iform av extra administration vid dagens system skulle kunna täcka åtminstone en del av den dyrare föryngringskostnaden som uppstår med Eco-Planter.

Ytterligare fördelar med gemensamma resurser jämfört med egna borde kunna vara effektiviteten. En förare som är van att jobba med mekaniserad plantering under än längre tid borde rimligtvis ha en högre prestation och lämna efter sig en bättre föryngring än den förare som bara planterar 2-3 veckor per år. Undersökningen har ju också visat att både prestationen såväl som kvalitén på det utförda arbetet är högst förarberoende och vikten i att ha duktiga förare är högst väsentlig vid den här typen utav arbeten.

Den största nackdelen med ett mekaniserat planteringssystem där man använder ordinarie maskinresurser i form av engreppsskördare är den överkapacitet som skapas på skotarsidan. Skördaren har ofta en skotare efter sig under hela året och alternativsysselsättningar måste kunna skapas åt denna då plantering utförs med skördaren. I dagsläget får risskotning och markberedning anses vara de enda alternativa sysselsättningar man kan tänka sig för skotaren då den inte har något virke efter skördaren. Även här måste ett effektivt samarbete råda mellan de olika skogsbruksområdena för att kunna förse skotarresurserna med arbete under planteringsperioden. Antalet friställda skotare bör dock vara så pass få att det inte ska behöva vara några större problem att förse dessa med jobb. Efterfrågan på biobränslen i form av skogsflis och grot har också varit starkt uppåtgående under de senaste åren p g a den energipolitik som förs i Sverige. Inom Södras verksamhetsområde kan denna efterfrågan förväntas hålla sig på en fortsatt hög nivå då avstånden till värmeverken ofta är måttliga, en faktor som har en avgörande roll när det gäller tillvaratagande av skogsbränsle.

Problemet med friställda skotare gäller i de fall Eco-Planter monteras på en konventionell engreppsskördare. I denna studie har basmaskinen varit en drivare och problemet med övertaliga resurser uppstår aldrig. Drivaren är en dyrare basmaskin och föryngringskostnaden är 3-5 % högre jämfört med en vanlig engreppsskördare vid liknande förutsättningar och samma antal planteringsdagar per säsong.. Att använda drivaren i planteringsarbetet skulle dock kunna bli betydligt mer kostnadseffektivt än i denna studien om man samarbetade över ett stort geografiskt område och till fullo utnyttjade hela planteringssäsongen. Att öka antalet planteringsdagar på maskinen från 50 till 75 skulle sänka kostnaden till samma nivå som om man hade använt en konventionell skördare.

Inom Norrköpings sbo uppskattas medelhygget till ca 3 hektar. Enligt skogsstatistisk årsbok är medelhygget för den privata sektorn mindre än så. Detta betyder naturligtvis att Eco-Planter organisationen kommer att drabbas av ett stort antal flytter under en säsong, något som är dyrt och ofta tar värdefull tid i anspråk. I den kalkylmodell som har upprättats har flyttkostnaden debiterats som en engångssumma för varje trakt oavsett storlek eller

flyttavstånd. Denna summa som är på 800 kr har sedan slagits ut på varje enskild planta. Orsaken till att flyttkostnaden inte har beräknats på ett annorlunda och mera utförligt sätt beror på att detta är det sätt som flyttkostnaden debiteras på för den konventionella markberedaren som används inom området idag. Att använda en annan modell för uträknandet utav flyttkostnaden för Eco-Planter skulle ge svårigheter att jämföra de två alternativen emot varandra. Man kan dock konstatera att flyttkostnaden förmodligen skulle te sig något annorlunda om fler parametrar hade lagts in i beräkningen. Därmed inte sagt att det alltid skulle bli dyrare.

Ett faktum är att det ofta kan vara svårt att få tag på trailer till maskinen om man inte är ute i god tid. Att förfoga över en egen trailer inom planteringsorganisationen skulle med all sannolikhet underlätta arbetet och korta väntetiderna högst avsevärt eftersom systemet sannolikt kommer att drabbas av ett stort antal flyttar. Kostnaden för en egen trailer är dock hög vilket gör att det skulle lämpa sig bäst för ”stora” entreprenörer med flera maskiner som kan utnyttja den i högre utsträckning. Alternativet för de små entreprenörerna är att äga en trailer gemensamt och på så sätt kunna öka utnyttjandegraden.

Om man ska försöka sammanfatta tankarna kring en effektiv planteringsorganisation så skulle Eco-Planter i första hand vara ett komplement hos den större entreprenören som huvudsakligen sysslar med slutavverkning under resterande del av året. Detta för att slutavverkningsvolymerna som tidigare sagts är relativt låga under planteringssäsongen och att Eco-Plantern därmed skulle kunna ge en jämnare sysselsättningsgrad över året. Det skulle också vara lättare för Södra som organisation att lova en hög sysselsättningsgrad och därmed skapa långsiktiga och bra relationer med sina entreprenörer. En större entreprenör har också möjlighet att hålla sig med en egen trailer vilket kan ses som positivt då flytttillfällena ofta blir många.

Samarbete över större områden får också anses som en viktig del i en effektiv organisation. För att mekaniserad plantering med Eco-Planter skall lyckas krävs lämpliga marker, andelen lämpliga marker får dock anses som så pass liten inom många sbo:n att ett långtgående samarbete mellan de olika skogsbruksområdena är nödvändig. Tullar man på detta och låter maskinen plantera på marker som inte är lämpliga, med dåliga föryngringar som följd, så kan man vara säker på att medlemmarna inte kommer att släppa in Eco-Plantern på sina hyggen och Eco-Plantern kommer aldrig att bli något alternativ till manuella metoder inom Södras organisation.

6.7 SLUTSATSER

Slutligen kommer vi då tillbaka till den fråga som skulle besvaras genom detta examensarbete:

Är maskinell plantering med Eco-Planter ett alternativ till de manuella föryngringsmetoder som förekommer inom Södras organisation idag?

De huvudsakliga frågeställningar som formulerades i syftet var:

- Hur förhåller sig kostnaden för mekaniserad plantering jämfört med de manuella metoder som förekommer idag ?
- Hur blir planteringsresultatet rent biologiskt vid mekaniserad plantering ?

Efter att ha gjort denna undersökning kan man konstatera att det inte finns ett entydigt svar som kan förväntas gälla i alla situationer. Överlag kan man dock säga att mekaniserad plantering många gånger är ett dyrare alternativ än konventionell markberedning och plantering. Kostnaden för det mekaniserade alternativet ligger ca 10 % högre än vad som idag är fallet för de konventionella metoderna. Fördelen med planteringsaggregatet Eco-Planter är dock att man på ett effektivt sätt kan utnyttja en redan befintlig föryngring för att sänka den totala föryngringskostnaden. Redan vid 10-20 % användbar naturlig föryngring hamnar kostnaderna i nivå med de manuella.

Det rent biologiska resultatet efter den mekaniserade planteringen pekar på ett godkänt, men något ojämnt resultat. På vissa trakter har plantorna tagit sig mycket bra medan det på andra trakter inte alls har lyckats. Detta beror till stor del på traktens specifika förutsättningar vad gäller jordart, terrängförhållande, marktyp m.m.

Man konstatera att ett riktigt objektval är mycket viktigt vid mekaniserad plantering, och att ett aktivt arbete krävs vid varje enskilt objekt. Man kan inte använda mekaniserad föryngring på samma rutinartade sätt som man gör med de konventionella metoderna och räkna med att föryngringen kommer att lyckas i samma utsträckning, för det gör den inte.

Rent tekniskt så krävs vissa förändringar på ett planteringsaggregat som Eco-Planter. Timkostnaden för en skördare som är utrustad med aggregatet ligger runt 850 kronor/tim. Att ha ett manuellt plantladdningssystem där laddningen upptar ca 20 % av den totala arbetstiden får anses vara allt för oekonomiskt och måste på något sätt åtgärdas för att sänka föryngringskostnaden.

Detta arbete är bara ett litet steg i rätt riktning innan en mekaniserad plantering kan införas på allvar inom Södras organisation. Det finns många saker som detta arbete inte tar upp och som skulle kunna vara föremål för undersökning i kommande examensarbeten.

Exempelvis så har jag i detta arbete inte redovisat alternativa kostnader och intäkter för en maskin som vanligtvis sysslar med avverkning. Såsom kalkylerna är gjorda i detta arbete redovisar de bara den faktiska kostnaden för mekaniserad plantering för en viss maskintyp, det säger således ingenting om kostnader/intäkter om maskinen istället varit sysselsatt med något annat. Utvecklingen i skogsbranschen går mer och mer åt "Just in time" vilket leder till att industrin behöver gott om virke även under sommarsäsongen. Det kanske inte är ekonomiskt lönsamt att låta en relativt ny maskin plantera då den istället skulle ha behövts i avverkningsarbetet, möjligen skulle en äldre maskin vara mer ekonomisk optimal? Arbetet räknar ingenting på detta och det skulle kunna vara ett uppslag inför kommande arbeten inom området.

Likaså skulle en rutin behöva upparbetas för att på ett enkelt och smidigt sätt finna de objekt som skulle kunna vara lämpliga för mekaniserad plantering.

Som synes kvarstår många frågetecken att rätta ut innan mekaniserad plantering blir en allmänt utbredd företeelse inom södra Sveriges familjeskogsbruk.

7 KÄLLFÖRTECKNING

7.1 Publikationer

Alriksson, Bengt-Åke. 2003. *Mekaniserad plantering och röjning*. Skogsstyrelsen. SkogsEko, nr 1/2003

Davner, Lars. 2002. *Billigare än manuellt!* Föreningen Skogen. Skogen nr 8/2002.

Eco-Fräsen AB. 2003. *Instruktionsbok Eco-Planter*.

Hallonborg, Ulf m fl. 1995. *Maskinell plantering med Silva Nova*. Skogforsk Redogörelse nr 6/1995.

Lundmark, Jan-Erik. 1988. *Skogsmarkens Ekologi del 1 & 2*. Skogstyrelsen. ISBN-91 85748-50-1.

Matsson, Staffan. 1996. *Eco-Planter-studie av kranspetsmonterat planteringsaggregat*. Skogforsk Arbetsrapport nr 339.

Matsson, Staffan. 1997. *Eco-Planter, planteringsmaskin med fräs*. Skogforsk. Resultat nr 4/1997.

Normark, Erik & Öberg, Ulla. 2003. *Minnesanteckningar från seminarium runt mekaniserad återväxt*. Holmen Skog, Skogsvårdsavdelningen.

Skogforsk. 1991. *Terrängtypsschema för skogsarbete*. Skogforsk.Handledning.

Skogsstyrelsen 2003. *Skogsstatistisk årsbok*.

Åhlund, Jan. 1995. *Mekaniserad föryngring med Eco-Planter*. SLU, Skogsvetenskapliga fakulteten, Garpenberg. Studentuppsats nr 29.

7.2 Personliga meddelanden

Lindberg, Per. Produktchef: Komatsu Forest (Valmet)

Von Hofsten, Henrik. Forskare SkogForsk

Yrjas, Stefan. Produktionsledare Södra, Norrköping.

					Bilaga 1	
Kostnader vid manuell föryngring						
			Fyll i bruna fält!			
Grunduppgifter						
Antal plantor/ha:	2500	st				
Objektstorlek:	3	ha				
Totalt plantantal:	7500	st				
			<div> Planttyp <div> <input type="radio"/> HiKo 15-30 <input type="radio"/> HiKo 20-40 </div> </div>			
Markberedning			Välj planttyp genom att kryssa			
Grundkostnad*	0,6	kr/planta	för rätt alternativ.			
Flyttkostnad	0,107	kr/planta				
Totalt:	0,71	kr/planta				
Planteringskostnad						
Grundkostnad	1,30	kr/planta				
Totalt:	1,30	kr/planta				
Plantkostnad						
HiKo 15-30	2,00	kr/planta				
Totalt:	2,00	kr/planta				
Transportkostnad**						
Transportkostnad	0,10	kr/planta				
Totalt:	0,10	kr/planta				
Kostnad för markberedning och plantering:			2,01	Kr/planta		
Kostnad för planta och transportkostnad:			2,10	Kr/planta		
Total föryngringskostnad vid ovanstående förutsättningar:			4,11	Kr/planta		
			10267	Kr/ha		

Kostnad för mekaniserad plantering med Eco-Planter

Kalkyl enligt Annuitetsmetoden där den årliga amorteringsfaktorn skrivs som $\frac{(1+r)^n \cdot r}{(1+r)^n - 1}$ och beskriver den årliga kostnaden för ränta, amortering och värdeminskning.

Maskintyp: Valmet 801 Combi

Fyll i bruna fält!

Antal planteringsdagar: 55 dagar/år

Medelprestation enligt tidsstudie: 305 pl/G₀tim**

**(Prestationsförhållandet mellan G₀tim och G₁₅tim antas vara 0,85)

Driftform

Utnyttjande basmaskin: 3500 tim/år

Utnyttjande skördaraggregat: 2620 tim/år

Utnyttjande planteringsaggregat: 880 tim/år

Teknisk utnyttjandegrad: 85%

Investeringskostnader

Investering Basmaskin: 3 000 000 kkr

Investering Skördaraggregat: 400000 kkr

Investering Planteringsaggregat: 650000 kkr

Räntefaktor: 5%

Restvärde: 15%

Avskr.tid Basmaskin: 6 år

Avskr.tid Skördaraggregat: 3 år

Avskr.tid Planteringsaggregat: 5 år

Driftskostnader

Diesel: 85 Kr/G₁₅tim

Olja&Fett: 10 Kr/G₁₅tim

Rep.basmaskin: 100 Kr/G₁₅tim

Rep. Plantaggregat: 55 Kr/G₁₅tim

Lönekostnader

Grundlön: 110 kr/utn tim

Sociala avgifter: 63,21%

Reseersättning: ** 1,60 kr/km

Traktamente: *** 200 kr/dygn

Övriga fasta kostnader

Försäkring: 35000 kr/år

Serviceutr: 25000 kr/år

Övr. Kostn. 50000 kr/år

Totala Kapitalkostnader (ränta&amort)

Kr/år	Kr/G ₁₅ tim
524895	176,4
6667 *	8,9
132489	177,1
664050	362,5

Totala Driftskostnader

Kr/år	Kr/G ₁₅ tim
252875	85
29750	10
350000	100
41140	55
673765	250,0

Totala Lönekostnader

Kr/år	Kr/G ₁₅ tim
385000	129,4
243359	81,8
42000	12,0
2000	0,57
672359	223,8

Totala fasta kostnader

Kr/år	Kr/G ₁₅ tim
35000	11,8
25000	8,4
50000	16,8
110000	37,0

Total maskinkostnad vid ovanstående förutsättningar:

873,2 Kr/G₁₅tim

Grundkostnad per planta vid ovanstående prestation:

3,37 Kr/planta

Forts.

På grundkostnaden som redovisas på föregående sida läggs en flyttkostnad/planta + kostnaden för plantor och planttransport för att få fram den totala föryngringskostnaden med Eco-Planter.

Grunduppgifter

Önskat antal plantor/ha:	2500	st
Befintlig föryngring:	7%	
Objektstorlek:	3	ha

Planttyp

☒ HiKo 15-30 cm

☐ HiKo 20-40 cm

Totalt antal planterade plantor:		2325	st/ha
		6975	totalt

Plantkostnad:	2,00	kr/planta
---------------	------	-----------

Flyttkostnad:	0,115	kr/planta
---------------	-------	-----------

Vägtransport kostnad:	0,10	kr/planta	****
-----------------------	------	-----------	------

Terrängtrp kostnad:	0,026	kr/planta	* Fyll i uppgifter i terrängtransportkostnadsbladet!
---------------------	-------	-----------	--

Föryngringskostnad exklusive planta:	3,48	kr/planterad planta
	3,09	kr/förnygrad planta

Kostnad för planta och transportkostnad:		2,13	kr/planta
--	--	------	-----------

Total föryngringskostnad vid ovanstående förutsättningar:		5,61	kr/planterad planta
---	--	------	---------------------

	5,22	kr/förnygrad planta
--	------	---------------------

Total kostnad:	13041	kr/ha
----------------	-------	-------

* Räntekostnad för det vilande skördaraggregatet

**Reseersättningen grundar sig på en daglig körsträcka utav 60km t.o.r

***Då antalet planteringsdagar överstiger 50 stycken per år antas planteringslaget vara utanför sitt eget hemområde och ett skattefritt traktamente utgår för överskjutande dagar.

**** Transportkostnaden uteblir då plantmängden överstiger 10 000 st/objekt.

Terrängtransportkostnadsformulär!

Grunduppgifter:

Fyll i bruna fält!

Medelavstånd till plantupplag:	300	meter
Hastighet vid terrängkörning:	6	km/tim
Lasttid vid plantupplag:	30	minuter
Lastkapacitet:	20000	styck

Körtid till plantupplag:	3,00	minuter
--------------------------	------	---------

Total kör och lasttid:	0,0018	min/planta
------------------------	--------	------------

Total terrängtransportkostnad :	2,62	öre/planta
---------------------------------	------	------------

Formuläret visar hur terrängtransportkostnaden per planta varierar vid olika förutsättningar. Relevanta uppgifter får fyllas i då tidsstudien har genomförts.

Ett diagram kan sedan upprättas för att visa på skillnaderna mellan kostnaden för en Eco-Planter monterad på en konventionell EGS kontra Eco:n monterad på en drivare.

Tänk på att investeringskostnaden för maskinen måste ändras i kalkylformuläret för att få rättvisande siffror. (Investeringskostnad Drivare-EGS)